



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΩΝ ΦΑΚΩΝ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:
ΓΙΑΡΙΜΑΓΑΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ
ΓΚΡΟΖΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΤΟΓΙΑ ΜΑΡΙΑ

ΑΙΓΙΟ- 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή εκπονείται για τη σχολή ΣΕΥΠ του τμήματος Οπτικής και Οπτομετρίας, ΑΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος, παραρτήματος Αιγίου ως πτυχιακή.

Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι οι πολυεστιακοί οφθαλμικοί φακοί και συγκεκριμένα η εξέλιξή τους από την πρώτη τους εμφάνιση έως σήμερα σαν μέσο αντιμετώπισης της πρεσβυωπίας. Η πρεσβυωπία ανήκει στις διαταραχές όρασης που επιφέρει η πάροδος του χρόνου και δυσχεραίνει την κοντινή όραση του ανθρώπου, πράγμα που οφείλεται στην απώλεια της ελαστικότητας του κρυσταλλοειδούς φακού και προσαρμοστικότητας του οφθαλμού.

Η παρούσα εργασία είναι σημαίνουσα καθώς κρίνεται ανεπαρκής η ελληνική βιβλιογραφία περί του θέματος στην Επιστήμη της Οπτικής –Οπτομετρίας και είναι βασική αλλά ανεκπλήρωτη η ανάγκη για μια συγκέντρωση και αποσαφήνιση των πληροφοριών σε ένα πλήρες αλλά και σύντομο κείμενο. Μιας και η εξέλιξη στους πολυεστιακούς οφθαλμικούς φακούς είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα και ταχεία, θεωρήσαμε πως η εργασία αυτή ήταν απαραίτητη και για αυτό και επιλέχθηκε.

Η έρευνά μας θα κινηθεί στην ελληνική και αγγλική έντυπη και διαδικτυακή βιβλιογραφία, συμπεριλαμβανομένων και των βοηθημάτων που δίνονται από το τμήμα Οπτικής-Οπτομετρίας του ΑΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος .

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εκπόνηση αυτής της πτυχιακής εργασίας δε θα ήταν δυνατή χωρίς την συμπαράσταση και υποστήριξη των οικογενειών μας και την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση της υπεύθυνης καθηγήτριάς μας. Τους ευχαριστούμε θερμά για την ανεκτίμητη συμβουλή τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή πραγματεύεται τους πολυεστιακούς οφθαλμικούς φακούς σαν μέσο αντιμετώπισης της πρεσβυωπίας και την εξέλιξή τους με την πάροδο του χρόνου και της τεχνολογίας κατασκευής τους.

Το πρώτο κεφάλαιο παραθέτει τις ανατομίες του οφθαλμού και του βολβού ώστε να αποφευχθεί σύγχυση ή άγνοια των εννοιών στο υπόλοιπο κείμενο.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται η οπτική οδός, καθώς επίσης ο μηχανισμός της όρασης του ανθρώπου και οι διαταραχές της όρασης.

Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στην πρεσβυωπία και όλους τους τρόπους που μπορεί να αντιμετωπιστεί στις μέρες μας. Αναφέρονται όλες οι μη επεμβατικές και επεμβατικές μέθοδοι αντιμετώπισής της.

Τέλος το τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο αναφέρεται στην κατασκευή και εξέλιξη των πολυεστιακών οφθαλμικών φακών.

Εν κατακλείδι, το προκύπτον συμπέρασμα είναι πως οι πολυεστιακοί οφθαλμικοί φακοί εξελίσσονται συνεχώς με σκοπό να ικανοποιήσουν τις ανάγκες του κάθε πρεσβύωπα για διατήρηση των δραστηριοτήτων του και μετά την πρεσβυωπία.

SUMMARY

The following study attempts to explain progressive lenses as a way to manage presbyopia and their development through years of study.

The first chapter provides anatomical information on the eye to avoid confusion or ignorance of the terms subsequently used.

The second chapter refers to the visual route, the vision mechanism of humans and the abnormal vision.

The third chapter refers to presbyopia and all the ways to counter it. There are mentioned all the invasive and noninvasive methods to manage presbyopia.

The fourth and final chapter refers to the manufacture and development of progressive lenses.

In conclusion, the best way to counter presbyopia is progressive lenses which develop day by day to assure and satisfy the needs of every presbyopic patient individually.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΟ ΟΠΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ.....7

| | | |
|-------|----------------------------|----|
| 1.1 | ΑΝΑΤΟΜΙΑ..... | 7 |
| 1.1.1 | ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 7 |
| 1.2 | ΟΦΘΑΛΜΙΚΟΣ ΚΟΓΧΟΣ..... | 10 |
| 1.3 | ΒΛΕΦΑΡΑ..... | 12 |
| 1.4 | ΔΑΚΡΥΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ..... | 13 |
| 1.5 | Ο ΒΟΛΒΟΣ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ..... | 14 |
| 1.6 | ΤΟ ΟΠΤΙΚΟ ΝΕΥΡΟ..... | 28 |
| 1.7 | ΜΥΕΣ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ..... | 28 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ.....32

| | | |
|-----|-------------------------------------------------|----|
| 2.1 | ΟΠΤΙΚΗ ΟΔΟΣ..... | 32 |
| 2.2 | ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΙΣΘΗΣΗ ΣΤΗΝ ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ..... | 33 |
| 2.3 | ΤΟ ΥΔΑΤΟΕΙΔΕΣ ΥΓΡΟ ΚΑΙ Η ΕΝΔΟΦΘΑΛΜΙΑ ΠΙΕΣΗ...34 | |
| 2.4 | ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΟΡΑΣΗΣ..... | 35 |
| 2.5 | ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΟΡΗΣ – ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ..... | 37 |
| 2.6 | ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΟΡΑΣΗΣ..... | 38 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑ.....41

| | | |
|-----------|-----------------------------------|----|
| 3.1 | ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑ..... | 41 |
| 3.2 | ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑΣ..... | 44 |
| 3.2.1 | ΜΗ ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ..... | 44 |
| 3.2.1.1 | ΟΦΘΑΛΜΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ..... | 44 |
| 3.2.1.1.1 | ΜΟΝΟΕΣΤΙΑΚΑ ΓΥΑΛΙΑ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ..... | 44 |
| 3.2.1.1.2 | ΔΠΛΕΣΤΙΑΚΑ ΓΥΑΛΙΑ ΟΡΑΣΕΩΣ..... | 45 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.1.1.3 ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΑ ΓΥΑΛΙΑ ΟΡΑΣΕΩΣ..... | 47 |
| 3.2.1.2 ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ..... | 51 |
| 3.2.2 ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ..... | 52 |
| 3.2.2.1 ΜΟΝΟΟΡΑΣΗ..... | 52 |
| 3.2.2.2 ΕΝΔΟΦΘΑΛΜΙΟΙ ΦΑΚΟΙ..... | 52 |
| 3.2.2.3 ΣΚΛΗΡΙΚΑ ΕΝΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΚΛΗΡΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ.. | 53 |
| 3.2.2.4 PRESBYLASIK..... | 53 |
| 3.2.2.5 INTRACOR..... | 54 |
| 3.2.2.6 ΕΝΔΟΚΕΡΑΤΟΕΙΔΙΚΑ ΕΝΘΕΜΑΤΑ..... | 54 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΟΙ ΦΑΚΟΙ..... | 55 |
| 4.1 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΩΝ ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΩΝ ΦΑΚΩΝ..... | 55 |
| 4.2 ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ..... | 56 |
| 4.2.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΩΝ ΦΑΚΩΝ..... | 58 |
| 4.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΦΑΚΩΝ..... | 63 |
| 4.4 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΤΕΛΕΙΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΩΝ ΦΑΚΩΝ..... | 65 |
| 4.5 Η ΕΞΕΛΙΞΗ..... | 67 |
| 4.5.1 1 ^η ΓΕΝΙΑ ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΩΝ ΦΑΚΩΝ..... | 67 |
| 4.5.2 2 ^η ΓΕΝΙΑ ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΩΝ ΦΑΚΩΝ..... | 69 |
| 4.5.3 3 ^η ΓΕΝΙΑ ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΩΝ ΦΑΚΩΝ..... | 71 |
| 4.5.4 4 ^η ΓΕΝΙΑ ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΩΝ ΦΑΚΩΝ..... | 73 |
| 4.5.5 5 ^η ΓΕΝΙΑ ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΩΝ ΦΑΚΩΝ..... | 76 |
| 4.5.6 6 ^η ΓΕΝΙΑ ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΩΝ ΦΑΚΩΝ..... | 81 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 90 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 91 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΤΟ ΟΠΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

1.1 ΑΝΑΤΟΜΙΑ

1.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όταν λέμε "οφθαλμό", εννοούμε το βολβό με τα χαρακτηριστικά προστατευτικά, όπως τα βλέφαρα και επικουρικά μόρια, όπως οι οφθαλμοκινητικοί μύες, το δακρυϊκό σύστημα και ο επιπεφυκότας. Όταν εξετάζουμε εξωτερικά την περιοχή των ματιών μας βλέπουμε πως το κυρίως μάτι μας προστατεύεται από τα δύο βλέφαρα (το άνω και το κάτω). Το άνοιγμα ανάμεσα στα δύο βλέφαρα λέγεται "μεσοβλεφάρια σχισμή". Μέσα από τη μεσοβλεφάρια σχισμή, "όταν τα μάτια είναι ανοιχτά", προβάλλει ο βολβός τον οφθαλμού. Πιο συγκεκριμένα, βλέπουμε τον κερατοειδή διαφανή και ένα λεπτό βλεννογόνο που ονομάζεται επιπεφυκότας. Αυτός ο βλεννογόνος υμένας έχει ένα ωχρορόδινο χρώμα και σκεπάζει εξωτερικά και εσωτερικά το πίσω μέρος των βλεφάρων (που γίνεται ορατό όταν αναστραφεί το άνω βλέφαρο). Όταν φλεγμαίνει ή κοκκινίζει ο επιπεφυκότας, "φαίνονται" τα αγγεία του και έτσι διακρίνεται καλύτερα.

Τα βλέφαρα τελειώνουν στο ελεύθερο βλεφαρικό χείλος. Στο πρόσθιο μέρος του χείλους αυτού βρίσκονται οι βλεφαρίδες ενώ στο πίσω εκβάλλουν οι ταρσαίοι (σμηγματογόνοι) αδένες που εκκρίνουν "λιπαντική" ουσία, η οποία μαζί με τα δάκρυα εφυγραίνει τον κερατοειδή και τον επιπεφυκότα. Στο άνω βλέφαρο, κυρίως όταν ανοίγει, σχηματίζεται μια πτυχή που χωρίζει την επιφάνεια του άνω βλεφάρου στην ταρσική μοίρα και την κογχική. Τα άκρα της μεσοβλεφάριας σχισμής, ρινικά καλούνται έσω και κροταφικά έξω κανθός. Κοντά στον έσω κανθό, στο άνω και κάτω βλέφαρο, υπάρχει μικρό επαρμάτιο, η δακρυϊκή θηλή, με μικρό στόμιο, το δακρυϊκό σημείο (άνω και κάτω). Από τα σημεία αυτά και στη συνέχεια μέσα από τους δακρυϊκούς πόρους ή σωληνάρια, το δακρυϊκό ασκό και το ρινοδακρυϊκό πόρο αποχετεύονται τα δάκρυα.

Επίσης ο οφθαλμός εξωτερικά, πίσω από το διαφανή κερατοειδή, διακρίνεται στην ίριδα, που δίνει και το χρώμα στα μάτια μας, ενώ αφήνει στο κέντρο της μια οπή - την κόρη. Η ίριδα δρα ως διάφραγμα (ή ρυθμιζόμενη

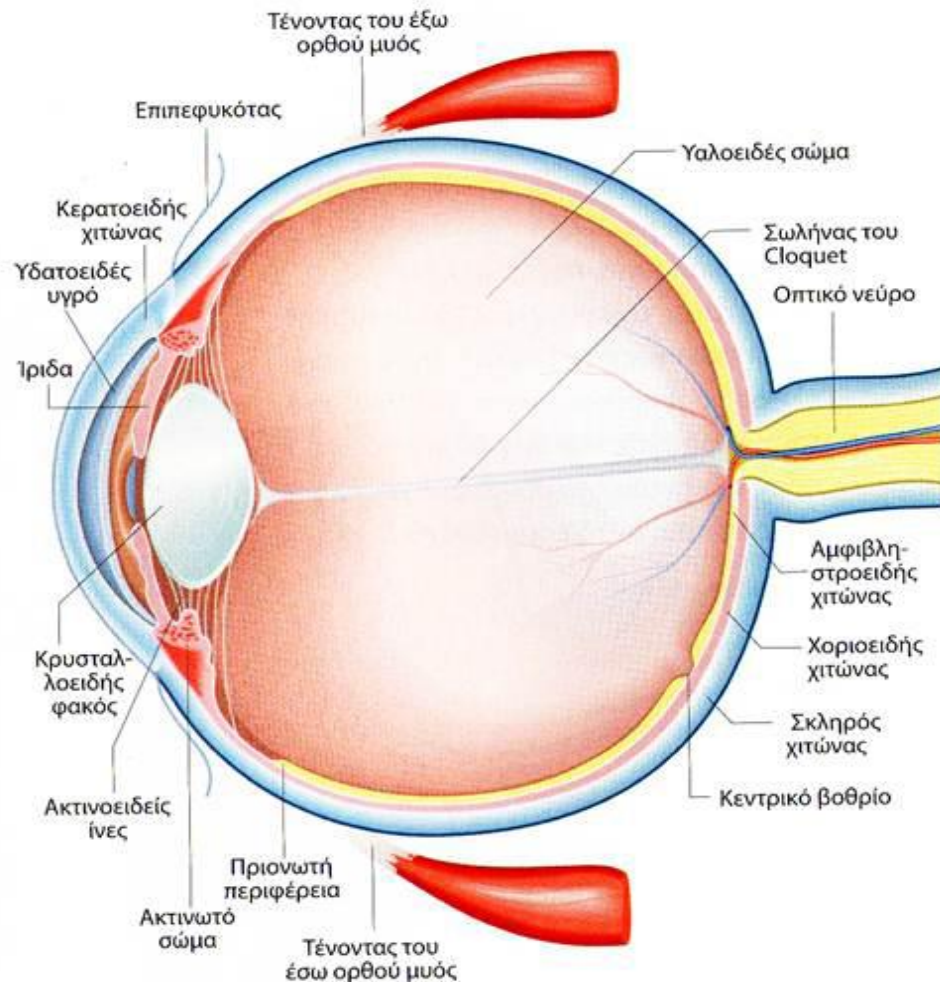
κουρτίνα) που προφυλάσσει το βάθος του ματιού (του βυθού, τον αμφιβληστροειδή) από το πολύ φως. Έτσι όταν τα φωτοευαίσθητα κύτταρα του αμφιβληστροειδούς (ραβδία, κωνία) δεχτούν υπερβολικό φως, τότε αντιδρούν αμέσως, στέλνοντας νευρικές ώσεις που τελικά φθάνουν στους μύες της ίριδας (σφιγκτήρα μυ), για να "κλείνει" η κόρη - μύση και να περιορισθεί το φως που διέρχεται από την κόρη που μπορεί να είναι φωτοτραυματικό για τον αμφιβληστροειδή. Αν αντίθετα έχουμε πολύ λίγο φως, αλλά και σε παθολογικές καταστάσεις, η κόρη μπορεί να είναι πολύ μεγάλη – μυδρίαση. Έτσι η διάμετρος της κόρης μπορεί να κυμαίνεται από 1,5 χιλ. σε μεγάλη μύση, μέχρι 8 χιλ. σε μεγάλη μυδρίαση.

Ο οφθαλμός συνίσταται:

- Ø από τα βλέφαρα, δερματομυώδη πέταλα που προστατεύουν το βολβό.
- Ø από το δακρυϊκό σύστημα, με τον δακρυϊκό αδένα για την παραγωγή των δακρύων και την αποχετευτική συσκευή (σωληνάκια, δακρυϊκό ασκό, πόρο) για την αποχέτευση.
- Ø από τον επιπεφυκότα, το βλεννογόνο που καλύπτει εξωτερικά το σκληρό και εσωτερικά τα βλέφαρα.
- Ø από το βολβό του οφθαλμού, με τα τοιχώματα και το περιεχόμενο.
- Ø από τους οφθαλμοκινητικούς μύες που κινούν τον βολβό.
- Ø από τον οφθαλμικό κόγχο, την οστέινη θήκη που προστατεύει το βολβό, με τον κυτταρολιπώδη ιστό, τις περιτονίες του.
- Ø από αγγεία και νεύρα.

Βλέπουμε λοιπόν ότι ο βολβός του οφθαλμού που περιέχει στο βάθος την εσώτερη φωτοδεκτική στιβάδα, τον αμφιβληστροειδή, προστατεύεται μπροστά από τα δυο δερματομυώδη πέταλα, τα βλέφαρα, που όταν κλείνουν καλύπτουν τελείως το βολβό και ιδίως το διαφανές τμήμα του που λέγεται κερατοειδής. Επίσης ο βολβός είναι καλά φυλαγμένος και προστατεύεται στην οστέινη κοιλότητα του κρανίου, τον οφθαλμικό κόγχο. Οι χιτώνες που περιγράψαμε, ο ιώδης, ο

αγγειώδης και ο νεύρινος, αποτελούν το τοίχωμα του βολβού και περιβάλλουν εξωτερικά το περιεχόμενο του.



Εικόνα 1: Ανατομικά στοιχεία του οφθαλμού

Το περιεχόμενο του βολβού αποτελούν:

1. Το υδατοειδές υγρό (που "κυκλοφορεί" στον πρόσθιο και οπίσθιο θάλαμο)
2. Ο κρυσταλλοειδής φακός και
3. Το υαλοειδές σώμα πίσω

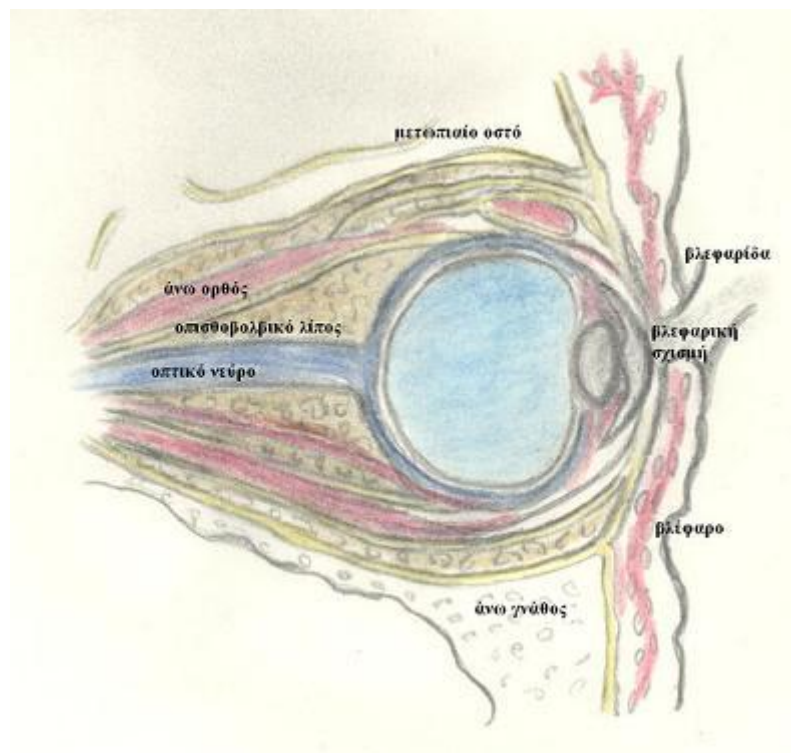
Το «περιεχόμενο του βολβού του οφθαλμού είναι διαφανές για να μπορούν να περνούν οι ακτίνες του φωτός και να φθάνουν στον αμφιβληστροειδή και στην ωχρά κηλίδα. Το περιεχόμενο του βολβού σχηματίζουν το υδατοειδές υγρό, ο φακός (ο κρυσταλλοειδής, όπως λέγεται) και το υαλοειδές σώμα. Παρουσιάζει δε ορισμένες κοιλότητες, από εμπρός προς τα πίσω, τον πρόσθιο θάλαμο (μεταξύ κερατοειδούς και ίριδας), τον οπίσθιο θάλαμο (μεταξύ ίριδας και φακού) και την υαλοειδική κοιλότητα (πίσω από το φακό, μεταξύ φακού και αμφιβληστροειδούς). Για το υδατοειδές υγρό θα μιλήσουμε στο κεφάλαιο της φυσιολογίας. Ο κρυσταλλοειδής φακός βρίσκεται πίσω από την ίριδα και μπροστά από το υαλοειδές. Έχει σχήμα αμφίκυρτου φακού και περιβάλλεται από μια κάψα, το περιφάκιο. Ο φακός είναι διαφανής αλλά με το πέρασμα των χρόνων (στη γεροντική ηλικία) ή μετά από τραυματισμό ή και από άλλα αίτια, χάνει τη διαφάνεια του, θολώνει, γίνεται κίτρινος ή ασπρίζει. Αυτή η θόλωση του φακού λέγεται καταρράκτης.

Το υαλοειδές σώμα είναι μια διαφανής μάζα που μοιάζει σαν πηκτή (gel) και βρίσκεται μεταξύ του φακού και του αμφιβληστροειδούς.

1.2 ΟΦΘΑΛΜΙΚΟΣ ΚΟΓΧΟΣ

Ο κόγχος αποτελείται από 4 τοιχώματα: έξω, έσω, άνω, κάτω, και έχει σχήμα αχλαδιού (ή πυραμίδας). Η βάση του στρέφεται προς τα εμπρός και είναι ανοιχτή ενώ η κορυφή του στρέφεται προς τα πίσω και έσω όπου σχηματίζει μια μικρή οπή, το οπτικό τρήμα. Μέσα από το τρήμα αυτό περνά το οπτικό νεύρο ως συνέχεια και προέκταση του εγκεφάλου, όπως επίσης και μία αρτηρία. Στην άνω και έξω γωνία του κόγχου βρίσκεται ο δακρυϊκός αδένας. Προς τα πίσω συναντάμε μια σχισμή, το υπερκόγχιο σχίσμα μέσα από το οποίο περνούν αρκετά νεύρα (όπως το κοινό κινητικό, το τροχλιακό, το απαγωγό, ο πρώτος κλάδος του τριδύμου) και φλέβες (η άνω οφθαλμική και ο άνω κλάδος της κάτω οφθαλμικής φλέβας). Ανάμεσα στο οπτικό τρήμα και το σχίσμα αυτό (το υπερκόγχιο) υπάρχει ένας ινώδης δακτύλιος (του Zinn), απ' όπου εκφύονται οι ορθοί μύες που κινούν τον οφθαλμό.

Το έσω τοίχωμα του κόγχου είναι πιο λεπτό από τ' άλλα και μπροστά υπάρχει μια μικρή κοιλότητα (ένας βόθρος), όπου βρίσκεται ο δακρυϊκός ασκός. Το έσω αυτό τοίχωμα αφορίζει τον κόγχο από τις ηθμοδεείς κυψέλες και την κοιλότητα της μύτης, γι' αυτό φλεγμονές των περιοχών αυτών ηθμοειδίτιδες μπορούν καμιά φορά να προσβάλουν και το μάτι. Προς την άνω και έξω περιοχή του κόγχου, πίσω από το άνω βλέφαρο, βρίσκεται ο δακρυϊκός αδένας. Μέσα στον κόγχο βρίσκεται ο βολβός του οφθαλμού. Από μπροστά τον προστατεύουν, τα βλέφαρα, ενώ από τα πλάγια τα στερεά τοιχώματα του οφθαλμικού κόγχου.



Εικόνα 2: Οφθαλμικός κόγχος.

Εκτός όμως από το βολβό, στον κόγχο βρίσκονται και οι 6 οφθαλμοκινητικοί μύες (4 ορθοί και 2 λοξοί) και ο κυτταρολιπώδης ιστός. Ο ιστός αυτός προστατεύει σαν "μαξιλάρι" το βολβό από χτυπήματα στον κόγχο και τον σπρώχνει ελαφρά προς τα έξω. Αν διογκωθεί ο κυτταρολιπώδης αυτός ιστός είτε από οίδημα, είτε από φλεγμονή, είτε από κακή λειτουργία του θυρεοειδούς, τότε το μάτι προβάλλει περισσότερο προς τα έξω και έχουμε τον εξόφθαλμο. Όπως

μπροστά το μάτι μας σκεπάζεται από ένα βλεννογόνο, τον επιπεφυκότα, στην περιοχή του σκληρού, έτσι και πίσω υπάρχει μια περιτονία, η περιοφθάλμια (τενώνειος). Επίσης μέσα στον κόγχο υπάρχουν αρκετά αγγεία και νεύρα.

1.3 ΒΛΕΦΑΡΑ

Τα βλέφαρα αποτελούν δερματομνώδη πέταλα που φράσσουν τη βάση του κόγχου και προστατεύουν εξωτερικά το βολβό. Όπως είναι γνωστό, αυτά είναι δύο, το άνω και το κάτω, και με τις κινήσεις τους εξασφαλίζουν την εφύγρανση του κερατοειδούς με τα δάκρυα.

Τα βλέφαρα αποτελούνται:

1. εξωτερικά από το δέρμα και χαλαρό συνδετικό ιστό
2. από μυς, το σφικτήρα (που κλείνει τα βλέφαρα) και τον ανελκτήρα
3. από ένα ινώδες πέταλο, τον ταρσό και
4. εσωτερικά από τον επιπεφυκότα (το βλεφαρικό). Αυτός συνεχίζει και καλύπτει και μέρος του βολβού (το σκληρό).

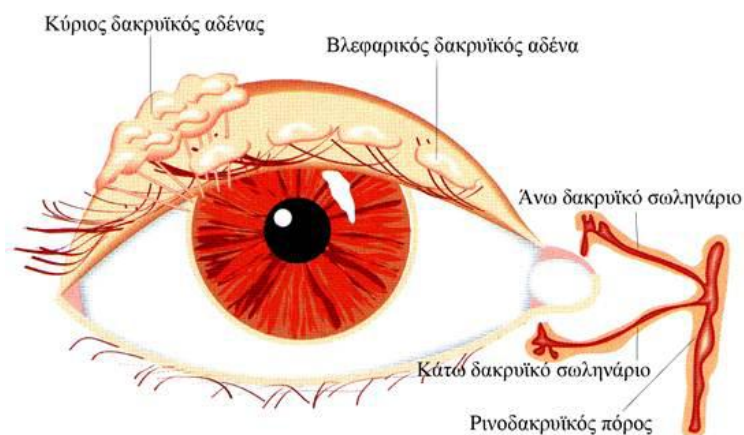
Στο ινώδες πέταλο, τον ταρσό, που συμβάλλει στη στερεότητα του βλεφάρου, βρίσκονται ορισμένοι αδένες, οι ταρσαίοι ή μείβομιανοί (που είναι μεταπλασμένοι σμηγματογόνοι) και παράγουν τη λύμη. Χρόνια φλεγμονή και απόφραξη των αδένων του ταρσού προκαλεί μικρή διόγκωση στο βλέφαρο, το γνωστό χαλάζιο.

Από τους μύες των βλεφάρων, ο σφικτήρας νευρώνεται από το προσωπικό νεύρο, ο δε ανελκτήρας από το κοινό κινητικό. Σε παράλυση των νεύρων αυτών θα έχουμε συμπτωματολογία αντίθετη προς την κίνηση που προκαλούν. Έτσι σε παράλυση του προσωπικού νεύρου τα βλέφαρα δεν θα κλείνουν τη νύχτα, το άτομο θα κοιμάται με "μισάνοιχτα" μάτια. Αυτό έχει ως συνέπεια να μην υγραίνεται φυσιολογικά ώστε να μην προστατεύεται ο κερατοειδής και ν' αρχίσει η κερατίτιδα

από λαγόφθαλμο (λόγω έκθεσης) από το μη καλό "κλείσιμο" της μεσοβλεφάριας σχισμής.

1.4 ΔΑΚΡΥΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Τα δάκρυα παράγονται στο δακρυϊκό αδένα, που αποτελεί και την "εκκριτική συσκευή". Τα δάκρυα εφυγραίνουν την εξωτερική επιφάνεια του οφθαλμού (τον κερατοειδή και τον επιπεφυκότα) και τελικά εκρέουν στο αποχετευτικό σύστημα. Το αποχετευτικό σύστημα των δακρύων αρχίζει από τους δακρυϊκούς πόρους, που είναι δύο σωληνάρια, άνω και κάτω, που αρχίζουν από την περιοχή του ελεύθερου βλεφαρικού χείλους προς το μέρος της μύτης (που λέγεται δακρυϊκή θηλή και δακρυϊκό σημείο). Οι δακρυϊκοί πόροι ή σωληνάρια που είναι δύο (ο άνω και ο κάτω), ενώνονται σ' έναν κοινό πόρο και καταλήγουν στο δακρυϊκό ασκό. Ο ασκός περιβάλλεται από καταφυτικές ίνες του σφιγκτήρα μυός ώστε η κίνηση των βλεφάρων να διευκολύνει την αποχέτευση των δακρύων. Από το κάτω μέρος του δακρυϊκού ασκού αρχίζει ο ρινοδακρυϊκός πόρος που τελειώνει (εκβάλλει) κάτω από την κάτω ρινική κόγχη (μέσα στη μύτη). Όταν αποφραχθεί η οδός αυτή των δακρύων, τότε τα δάκρυα δεν αποχετεύονται και έχουμε το συνεχές "δάκρυσμα" που ονομάζεται δακρύρροια ή επιφορά.



Εικόνα 3: Δακρυϊκό σύστημα

1.5 Ο ΒΟΛΒΟΣ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

Ο βολβός του οφθαλμού αποτελεί το κύριο όργανο της όρασης. Έχει σχήμα σφαιρικό σχεδόν σαν "μπάλα". Διακρίνουμε το εξωτερικό του (το τοίχωμα) και το εσωτερικό του (το περιεχόμενο).

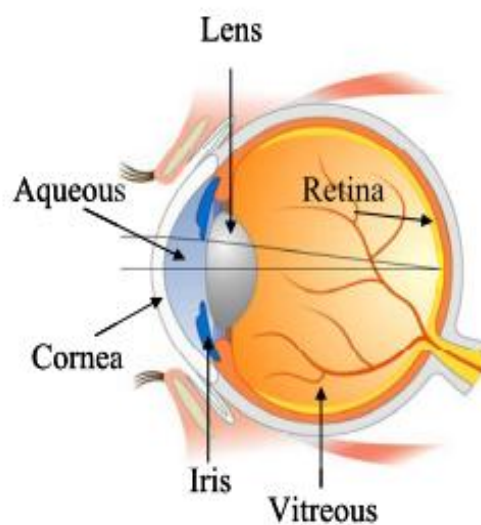
Το τοίχωμα του βολβού το αποτελούν τρεις χιτώνες:

1. Ο έξω - ο ινώδης (κερατοειδής, σκληρός)
2. Ο μέσος - ο αγγειώδης (ή ραγοειδής)
3. Ο έσω - ο νεύρινος (ο αμφιβληστροειδής)

Το οπτικό αυτό σύστημα σχηματίζεται από έξω προς τα μέσα, από τις εξής δομές:

- α. τον κερατοειδή και
- β. τον κρυσταλλοειδή φακό, ανάμεσά τους βρίσκεται το υδατοειδές υγρό και
- γ. από τον φακό μέχρι τον αμφιβληστροειδή το υαλοειδές σώμα.

Ο κερατοειδής είναι υπεύθυνος για την μεγαλύτερη διοπτρική ισχύ του οφθαλμού δηλαδή έχει την μεγαλύτερη ικανότητα συγκέντρωσης των προσπιπτόντων ακτινών, η οποία αντιστοιχεί κατά μέσο όρο σε 43 διοπτρίες.



Εικόνα 4: ο βολβός του οφθαλμικού

Ο φακός προσφέρει στο σύστημα περίπου 12 διοπτρίες και οι υπόλοιπες διοπτρίες παρέχονται από το υδατοειδές υγρό και το υαλοειδές σώμα τα οποία έχουν πολύ μικρή διοπτρική ισχύ. Το δεύτερο βήμα στην δημιουργία της όρασης είναι η σύλληψη της φωτεινής ενέργειας από τον αμφιβληστροειδή και η μετατροπή της, μέσα σε αυτόν, σε ηλεκτρική ενέργεια η οποία με αυτήν την μορφή μπορεί να μεταφερθεί στα ανώτερα εγκεφαλικά κέντρα για επεξεργασία. Το τρίτο και τελικό βήμα είναι η επεξεργασία του οπτικού σήματος από τα ανώτερα εγκεφαλικά κέντρα για την αντίληψη του ως εικόνας (καταγραφή χρώματος - σχήματος- φωτεινότητας) και η συσχέτιση αυτής με τις αποθηκευμένες εικόνες-εμπειρίες του κάθε ατόμου, ώστε αυτό να συνδέσει την προσλαμβανόμενη εικόνα με το περιβάλλον του.

Η όραση δηλαδή επιτυγχάνεται με τον συνδυασμό τριών τομέων:

- ✓ της ανατομίας,
- ✓ της νευροφυσιολογίας και
- ✓ της ψυχοφυσικής, για την αντίληψη των αντικειμένων που μας περιβάλλουν και την κίνηση μας μέσα σε αυτά.

Το οπτικό σύστημα του οφθαλμού, όπως και κάθε οπτικό σύστημα απεικόνισης εισάγει εκτροπές και η ποιότητα του αμφιβληστροειδούς ειδώλου περιορίζεται από το φαινόμενο της περίθλασης. Στην πορεία διάδοσης της μέσα από τα οπτικά στοιχεία του οφθαλμού η H/M ακτινοβολία διασταυρώνεται με ανατομικά χαρακτηριστικά των δομών του. Η αλληλεπίδραση της με κύτταρα και κυτταρικές δομές, που έχουν διαστάσεις συγκρίσιμες ή ακόμα και μεγαλύτερες από το μήκος κύματος, προκαλεί την σκέδαση της. Οι δύο κύριες πηγές σκέδασης στο ανθρώπινο οφθαλμό, είναι ο κερατοειδής και ο κρυσταλλοειδής φακός. (Plainis, 2005)

1.5.1. ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΕΙΔΗΣ ΦΑΚΟΣ

Ο κρυσταλλοειδής φακός είναι ένας διάφανος ιστός του ανθρώπινου οφθαλμού. Έχοντας την δυνατότητα αλλαγής του σχήματος του, μέσα από την διαδικασία της προσαρμογής, δίνει την δυνατότητα στο ορατό φως να διαδίδεται μέσα στον ανθρώπινο οφθαλμό και να εστιάζεται 3 στον αμφιβληστροειδή.

Ιστολογικά, αποτελείται από ένα μόνο είδος ιστού, τα επιθηλιακά κύτταρα. Οι ίνες του κρυσταλλοειδή φακού που δεν αντικαθίστανται αλλά συνεχώς αυξάνονται, είναι απόγονοι αυτών των επιθηλιακών κυττάρων. Η απουσία μηχανισμού αναγέννησης των κυττάρων δεν αλλοιώνει την διαύγεια του, καθιστώντας τον οπτικά διάφανο στο ορατό φως για πολλές δεκαετίες. Αποτελείται, 65% από νερό, 34% από στερεά συστατικά, διαλυτές κρυσταλλίνες & αδιάλυτα λευκωματινοειδή, και 1% από στερεά συστατικά όπως λιπίδια, ανόργανα ιόντα, υδατάνθρακες και αμινοξέα, ενώ στερείται νεύρων και αγγείων.



Εικόνα 5: ο κρυσταλλοειδής φακός

Αναφορικά με τα οπτικά χαρακτηριστικά του, αποτελεί ένα αμφίκυρτο φακό με εμπρόσθια και οπίσθια επιφάνεια που προσεγγίζονται από

παρεμβολές. Συγκριτικά με την εμπρόσθια επιφάνεια, η οπίσθια έχει μικρότερη ακτίνα καμπυλότητας τόσο σε κατάσταση προσαρμογής όσο και σε κατάσταση χαλάρωσης. Η διάμετρος του ισημερινού είναι περίπου 10mm, και το πάχος του κατά μήκος του οπτικού άξονα κυμαίνεται μεταξύ των 3.5mm & 5mm, ανάλογα με την ηλικία και την κατάσταση προσαρμογής. Ένα ιδιαίτερης σημασίας χαρακτηριστικό του φακού, είναι ο μεταβλητός δείκτης διάθλασης. Είναι μεγαλύτερος στο κέντρο με τιμή 1.406 και ελαττώνεται βαθμιαία προς την περιφέρεια για να φτάσει τελικά την τιμή 1.386. Έτσι ως οπτικό στοιχείο δεν εισάγει σφαιρική εκτροπή, συμβάλλοντας στην δημιουργία ενός ευκρινούς αμφιβληστροειδικού ειδώλου.

Όσο αφορά στην διάδοση της μέσα από τον κρυσταλλοειδή φακό σε υγιείς και νέους ηλικιακά οφθαλμούς, αυτή γίνεται ανεμπόδιστα λόγω της εξαιρετικής διαφάνειας του. Διαφάνεια που εξασφαλίζεται από την διάταξη και την διαφάνεια των φακικών ινών, το κατάλληλο ισοζύγιο αλάτων και ύδατος μεταξύ πρωτοπλάσματος των ινών και του εξωκυττάριου χώρου και την απουσία αγγείωσης.

Ωστόσο, τα ιστολογικά και οπτικά χαρακτηριστικά του φακού δεν παραμένουν αναλλοίωτα στον χρόνο. Υπάρχει μια αλλαγή της ακτίνας καμπυλότητας του πάχους, και του δείκτη διάθλασης του κρυσταλλοειδή φακού. Επιπλέον, αλλαγές σημειώνονται στην ελαστικότητα και την ευκαμψία του, επηρεάζοντας την δυνατότητα προσαρμογής, με αποτέλεσμα την εμφάνιση της πρεσβυωπίας με τις γνωστές επιπτώσεις για την ανθρώπινη όραση.

Η αυξημένη σκέδαση της H/M ακτινοβολίας ωστόσο συνδέεται είτε με αλλαγές στην ιστοχημεία του φακού λόγω ηλικίας είτε λόγω παθολογικών καταστάσεων. Κύρια πηγή σκέδασης είναι ο καταρράκτης που μπορεί να εμφανιστεί λόγω ηλικίας είτε μετά από τραύμα. Ανεξάρτητα από το είδος του καταρράκτη ο κρυσταλλοειδής φακός χάνει την διαφάνεια του, αυξάνεται η οπτική του πυκνότητα και γίνεται θολερός και σκληρός. Η επιρροή της σκέδασης, της H/M ακτινοβολίας στον φακό λόγω καταρράκτη, έχει μελετηθεί, και έχει

αναφερθεί μείωση στην φωτεινότητα (contrast) και στην ανάλυση του αμφιβληστροειδικού ειδώλου.

Από φυσικής πλευράς, οι τοπικές μεταβολές του δείκτη διάθλασης είναι η πηγή σκέδασης σε ένα οπτικό μέσο. Στον κρυσταλλοειδή φακό, οι κρυσταλλίνες του κυτταροπλάσματος των φακικών ινών και οι μεμβράνες τους, είναι οι δύο κύριες πηγές σκέδασης. Ο μέσος δείκτης διάθλασης σε ένα ζωντανό κύτταρο εξαρτάται κυρίως από την συγκέντρωση των πρωτεϊνών. Η συγκέντρωση των πρωτεϊνών στο κέντρο του φακού είναι περίπου 32% κατά όγκο, αποδίδοντας του έναν δείκτη διάθλασης με τιμή 1.41. Οι μεμβράνες των φακικών ινών, που αποτελούνται κυρίως από φωσφολιπίδια, έχουν δείκτη διάθλασης στα 1.48. Η μορφολογία της μεμβράνης των φακικών ινών αλλάζει δραματικά από τον φλοιό του φακού προς τον πυρήνα (Merton, 2005)

Η ομοιόμορφη διάταξη των φακικών ινών στην περιφέρεια του φακού, και η μικρή διαφορά στον δείκτη διάθλασης, μεταξύ του κυτταροπλάσματος και της μεμβράνης τους στον πυρήνα, εξηγεί την μικρή σκέδαση σε υγιής και νέους οφθαλμούς. Η ωρίμανση του φακού με την πάροδο της ηλικίας εισάγει αλλαγές τόσο στον δείκτη διάθλασης του φακού, όσο και στην διάταξη των φακικών ινών, ενισχύοντας φαινόμενα σκέδασης

Η ποιότητα της όρασης μειώνεται, ανάλογα με την ηλικία και την έκταση των 'αλλοιώσεων' στον κρυσταλλοειδή φακό. Επιπλέον, το φαινόμενο της σκέδασης στον ανθρώπινο οφθαλμό, εισάγει την πιθανότητα λανθασμένης εκτίμησης των εκτροπών του οφθαλμού, καθώς αλλοιώνει τα χαρακτηριστικά του αμφιβληστροειδικού ειδώλου που κυρίως διαμορφώνονται από την περίθλαση και τις εκτροπές του οπτικού συστήματος.

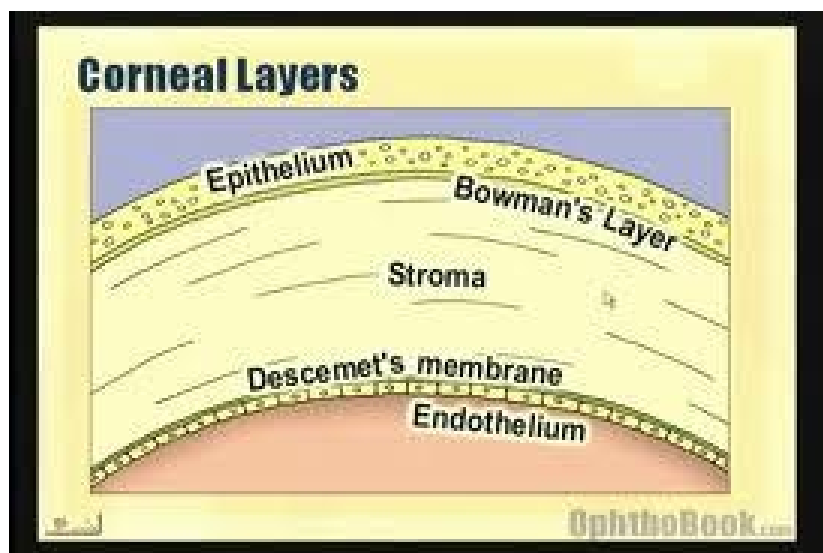
1.5.2 ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗΣ

Ο κερατοειδής είναι ένας επίσης διάφανος ιστός, που καλύπτει το εμπρόσθιο τμήμα του ανθρώπινου οφθαλμού. Είναι λείος και καθαρός σαν γυαλί, αλλά ταυτόχρονα σταθερός και ανθεκτικός σαν πλαστικό. Έχει ρόλο προστατευτικό, εμποδίζοντας την είσοδο σκόνης, μικροβίων και άλλων επιβλαβών στοιχείων στο εσωτερικό του ματιού, ενώ αποτελεί το πρώτο και ισχυρότερο οπτικό στοιχείο του ανθρώπινου οφθαλμού. Παρέχει το 65% της συνολικής οπτικής ισχύς του ματιού, ισχύς που κατανέμεται κυρίως στο κεντρικό κομμάτι του κερατοειδή, το οποίο είναι περισσότερο καμπύλο και πιο λεπτό από ότι το περιφερειακό τμήμα του, καθιστώντας το έτσι, ιδιαίτερα διαθλαστικό. Ο κερατοειδής είναι ένα θεμελιώδες οπτικό στοιχείο για καλή όραση. Φιλτράρει την επικίνδυνη για το μάτι υπεριώδη (UV) ακτινοβολία, αποτρέποντας πιθανές βλάβες του αμφιβληστροειδή και του κρυσταλλοειδή φακού. Επιπλέον τα οπτικά χαρακτηριστικά του κερατοειδή καθορίζουν κατά κύριο λόγο της εκτροπές του ματιού και κατ' επέκταση την ποιότητα του αμφιβληστροειδικού ειδώλου.

Ο κερατοειδής είναι ένα σύνολο καλά οργανωμένων κυττάρων και πρωτεϊνών. Θρέφεται από την δακρυϊκή στοιβάδα και το υδατοειδές υγρό που γεμίζει τον εμπρόσθιο θάλαμο του οφθαλμού. Σε αντίθεση με του περισσότερους ιστούς στον ανθρώπινο σώμα, δεν έχει αιμοφόρα αγγεία για να τον θρέφουν και να τον προστατεύουν από μόλυνση. Πρέπει να παραμένει διαυγείς, έτσι ώστε να επιτρέπει την ελεύθερη διάθλαση και διάδοση της Η/Μ ακτινοβολίας και η παρουσία έστω και μικροσκοπικών τριχοειδών αγγείων θα εμπόδιζε αυτήν την διαδικασία. Ιστολογικά απαρτίζεται από τρία κυρίως στρώματα το επιθήλιο, το κυρίως στρώμα και το ενδοθήλιο. Το επιθήλιο αποτελείται από το 10% του συνολικού πάχους του κερατοειδή, και βρίσκεται πάνω στην βασική μεμβράνη η οποία αποτελείται από ίνες κολλαγόνου τύπου IV και προσφύεται σε αυτήν με ημι-δεσμοσώματα.

Η πορεία των επιθηλιακών κυττάρων από την μίτωση ως την απόπτωση συνοδεύεται από μετακίνηση από την περιφέρεια προς το κέντρο και από την βάση του επιθηλίου προς την επιφάνεια. Λειτουργικά, εμποδίζει την είσοδο ξένων στοιχείων, όπως είναι η σκόνη και το νερό, στο μάτι και κατ' επέκταση στα ενδότερα στρώματα του κερατοειδή. Παράλληλα παρέχει μια λεία επιφάνεια που απορροφά οξυγόνο και άλλα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά που περιέχονται στα δάκρυα.

Μεμβράνη του Bowman: Ανατομικά βρίσκεται κάτω από την βασική μεμβράνη, και θεωρείται ότι η λειτουργία του περιορίζεται στην μηχανική υποστήριξη του κερατοειδή.



Εικόνα 6: Κερατοειδής, επιθήλιο, μεμβράνη του Bowman, ενδοθηλιο, μεμβράνη του Descemet

Στρώμα: Αντιπροσωπεύει περίπου το 90% του συνολικού πάχους του κερατοειδή. Η ακαμψία του εμπρόσθιου τμήματος του στρώματος διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο στην διατήρηση της καμπυλότητας του κερατοειδή. Αποτελείται από ίνες κολλαγόνου διατεταγμένες σε στρώσεις οι οποίες έχουν διαφορετική κατεύθυνση η κάθε μία. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται αφενός η μηχανική ισοτροπία στις κάθετες στον οπτικό άξονα

κατευθύνσεις και αφετέρου εξασφαλίζεται ότι η μέση απόσταση μεταξύ των δομικών στοιχείων του στρώματος είναι πολύ μικρότερη από το μήκος κύματος του (ορατού) φωτός του οποίου καλείται να υποστηρίξει τη διάδοση.

Ανάμεσα στις ίνες του κολλαγόνου υπάρχει η εξωκυττάρια ουσία η οποία κυρίως αποτελείται από γλυκοσαμινογλυκάνες στις οποίες δεσμεύεται νερό μέσω δεσμών υδρογόνου. Η συνολική περιεκτικότητα του στρώματος του κερατοειδή σε νερό είναι περίπου 80% κ.β. Στο στρώμα του κερατοειδή βρίσκονται διάσπαρτα κερατοκύτταρα.

Δεσκεμέτειος μεμβράνη: Στην εσωτερική πλευρά του κερατοειδή υπάρχει η Δεσκεμέτειος μεμβράνη η οποία είναι η βασική μεμβράνη του ενδοθηλίου του κερατοειδή. Το ενδοθήλιο: Αποτελείται από μία μονοκυτταρική στρώση εξαγωνικών κυττάρων τα οποία αφενός δεν αναγεννώνται και αφετέρου παίζουν ζωτικό ρόλο στη διατήρηση της διαύγειας του κερατοειδή μέσω της άντλησης νερού από τον κερατοειδή προς τον πρόσθιο θάλαμο. Αυτή η αντλία εξασφαλίζει την πυκνή διάταξη των ινών κολλαγόνου του στρώματος σε διαδοχικές στρώσεις όπως προαναφέρθηκε. Σε περίπτωση ανεπάρκειας του ενδοθηλίου να επιτελέσει αυτή τη λειτουργία η μέση απόσταση μεταξύ των ινών του κολλαγόνου αυξάνει (οίδημα), με αποτέλεσμα τη σκέδαση και την απώλεια της διαύγειας του κερατοειδή.

Σε υγιείς και νέους ηλικιακά οφθαλμούς, ο κερατοειδής είναι ένας εξαιρετικά διάφανος ιστός, που επιτρέπει την ελεύθερη διάδοση της Η/Μ ακτινοβολίας στην περιοχή του ορατού. Εκτός από την απουσία αιμοφόρων αγγείων, η σύνθεση του κερατοειδή είναι σχεδόν πανομοιότυπη με αυτή του σκληρού. Σε αντίθεση με τον σκληρό, οι δομές του κερατοειδή είναι διατεταγμένες με τρόπο τέτοιο ώστε να ελαχιστοποιούν την σκέδαση του φωτός. Έτσι, έχει υπολογιστεί ότι το 97% περίπου του ορατού φωτός που διέρχεται μέσα από τον κερατοειδή, διαδίδεται ανεμπόδιστα προς το εσωτερικό του οφθαλμού. Η διαύγεια του κερατοειδή εξασφαλίζεται αρχικά από το γεγονός ότι τόσο η

εξωτερική όσο και η εσωτερική επιφάνεια του επιθηλίου είναι λεία. Επιπλέον, οι ίνες κολλαγόνου, η κύρια πηγή σκέδασης στο στρώμα, είναι διατεταγμένες σχηματίζοντας ένα πλέγμα με μέση απόσταση μεταξύ τους τέτοια, ώστε η καταστρεπτική συμβολή του φωτός που σκεδάζεται, να συμβαίνει προς όλες τις κατευθύνσεις πλην της κατεύθυνσης διάδοσης. Επιπλέον οι διαστάσεις των ινών κολλαγόνου, που είναι αρκετά μικρότερες από το μήκος κύματος, συνεισφέρουν στην διαφάνεια του κερατοειδή.

Βασική παράμετρος στην διαύγεια του κερατοειδή αποτελεί και ο βαθμός ενυδάτωσης του. Το ενδοθήλιο, που βρίσκεται ανάμεσα στο στρώμα και το υδατοειδές υγρό, διαδραματίζει ένα ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο σε αυτήν την λειτουργία. Λόγω του ότι το στρώμα τείνει να απορροφήσει νερό από τον πρόσθιο θάλαμο, η κύρια λειτουργία του ενδοθηλίου είναι να αντλεί νερό από το στρώμα του κερατοειδή προς τον πρόσθιο θάλαμο, διατηρώντας σταθερή την κατάσταση ενυδάτωσης του. Όσον αφορά την διαύγεια του κερατοειδή σε κυτταρική βάση, υπάρχουν ενδείξεις ότι τα κερατοκύτταρα του κερατοειδή, εκφράζουν υδροδιαλυτές πρωτεΐνες συχνά ένζυμα για τον έλεγχο των οπτικών τους ιδιοτήτων.

Ο ινώδης που είναι και ο πιο ανθεκτικός χιτώνας, αποτελεί το "σκελετό" του βολβού. Το πρόσθιο διαφανές μέρος του, "το τζάμι του ματιού", ονομάζεται κερατοειδής, το πίσω, το αδιαφανές (το λευκό), λέγεται σκληρός. Το σημείο που γίνεται η μετάπτωση από το ένα στο άλλο τμήμα (μια κυκλική περιοχή στα όρια του κερατοειδούς - σκληρού) λέγεται σκληροκερατοειδές όριο. Η περιοχή αυτή έχει σημασία γιατί από αυτήν ανοίγουμε το βολβό στις διάφορες εγχειρήσεις (όπως για να βγάλουμε το θολωμένο φακό - τον καταρράκτη - ή για να κάνουμε μια εγχείρηση

Ο κερατοειδής αποτελείται από πέντε στιβάδες:

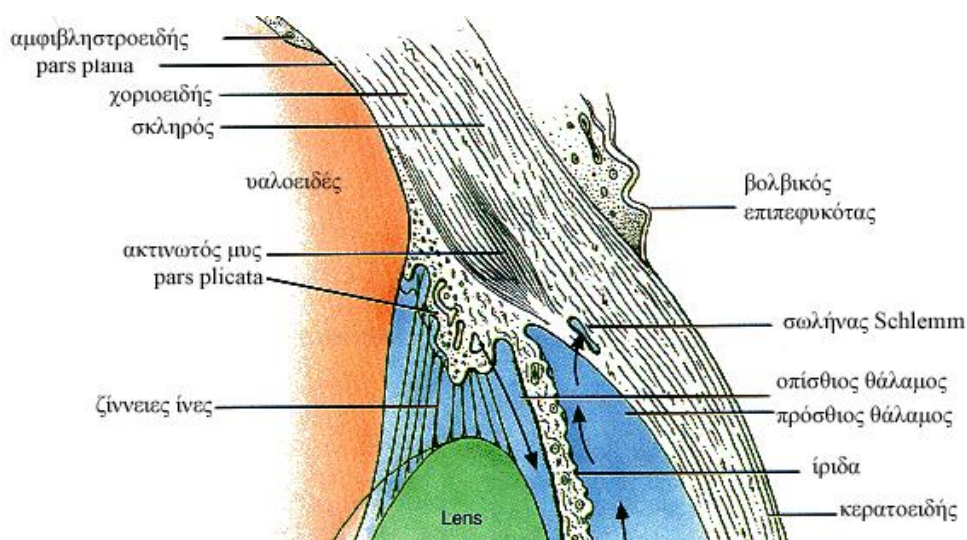
- α) το επιθήλιο (προς τα έξω)
- β) το πρόσθιο πέταλο (βωμάνειο)
- γ) το στρώμα ή ίδια ουσία (που την αποτελούν κολλαγόνες ίνες και κύτταρα) και αποτελεί το μεγαλύτερο τμήμα του, δηλ. την "παχύτερη" στιβάδα

- δ) το οπίσθιο ελαστικό πέταλο (Δεσκεμέτειος υμένας ή "μεμβράνη"), ιδιαίτερα ανθεκτικό και
- ε) το ενδοθήλιο (που συντελεί στη διατροφή του κερατοειδούς γιατί αφήνει να περνούν θρεπτικά συστατικά που περιέχει το υδατοειδές υγρό και ρυθμίζει πόσο υγρό πρέπει να συγκεντρώνεται στον κερατοειδή).

Ο σκληρός αποτελεί τον ανθεκτικό χιτώνα επάνω στον οποίο κατα-φύονται οι τένοντες των έξι οφθαλμοκινητικών μυών. Διάφορα αγγεία διασχίζουν το σκληρό όπως οι περιδίνητες φλέβες που αποχετεύουν το αίμα κ.ά. Στο πίσω μέρος διαπερνά το σκληρό το οπτικό νεύρο

Ο αγγειώδης χιτώνας μοιάζει με τη χοριοειδή μήνιγγα του εγκεφάλου και βοηθά με το οπίσθιο τμήμα του (το χοριοειδή) στη θρέψη του αμφιβληστροειδούς και το πρόσθιο, το ακτινωτό σώμα, στην παραγωγή του υδατοειδούς υγρού και στην προσαρμογή. Επειδή έχει σκούρο χρώμα, μελανό, μοιάζει σαν μαύρο σταφύλι (ρόγα ή ράγα), γι' αυτό λέγεται και ραγοειδής. Ο αγγειώδης (ή ραγοειδής) χιτώνας διακρίνεται σε τρία μέρη, από πίσω προς τα εμπρός:

- α) το χοριοειδή
- β) το ακτινωτό σώμα και
- γ) την ίριδα.

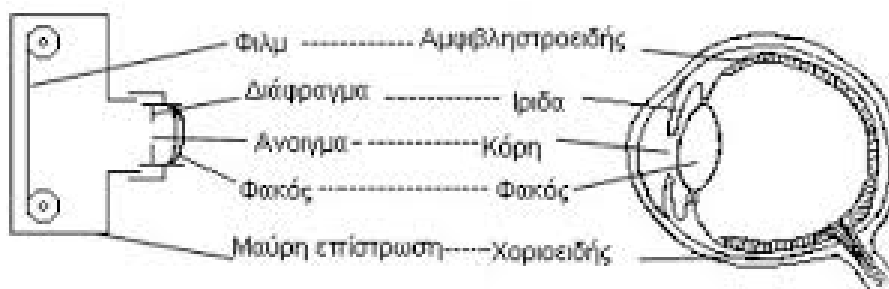


Εικόνα 7: το ακτινωτό σώμα.

Ο χοριοειδής είναι ο τροφικός υμένας. Το χρώμα του είναι μαύρο επειδή περιέχει αρκετή χρωστική, όπως και πολλά αγγεία. Τα αγγεία αυτά, και πιο πολύ οι τελικές απολήξεις των αγγείων αυτών, τα τριχοειδή, βοηθούν στη θρέψη του αμφιβληστροειδούς.

Το ακτινωτό σώμα ουσιαστικά είναι μια αγγειομυϊκή μεμβράνη. Δηλαδή έχει αρκετά αγγεία και ορισμένους ιδιαίτερους αγγειακούς σχηματισμούς (που λέγονται ακτινοειδείς προβολές) όπου παράγεται το υδατοειδές υγρό. Από την περιοχή αυτή ξεκινούν και οι ίνες (της Ζίνειας ή Ακτινωτής ζώνης) που συγκρατούν το φακό. Εκτός από τα αγγεία υπάρχουν και μυϊκές ίνες (ο ακτινωτός μυς), που δρουν μαζί με τις ίνες της Ζίνειας ζώνης για να προκαλέσουν μεγαλύτερη ή μικρότερη κύρτωση στο φακό

Ανάλογα με την κύρτωση του φακού μπορούμε να δούμε καθαρά μακριά ή κοντά. Η ικανότητα να βλέπουμε από μακριά-κοντά και αντίστροφα καλείται προσαρμογή. Το ακτινωτό σώμα βοηθά στη λειτουργία της προσαρμογής και στην παραγωγή του υδατοειδούς υγρού.



Εικόνα 8: Λειτουργία του οφθαλμού ως φωτογραφική μηχανή

Η ίριδα είναι σαν το διάφραγμα της φωτογραφικής μηχανής. Έχει μια οπή στο κέντρο, την κόρη, για να περάσουν οι ακτίνες του φωτός. Αν το φως είναι έντονο, η οπή αυτή κλείνει (μυεί) για να προστατεύσει τον αμφιβληστροειδή. Αν είναι λίγος ο φωτισμός (σούρουπο, βράδυ), τότε η κόρη μεγαλώνει (μυδρίαση) Το

μέγεθος της κόρης που καθορίζεται από τους μυς που έχει η ίριδα, ρυθμίζεται με αντανακλαστικό (αυτόματο) μηχανισμό. Το χρώμα της ίριδας δίνει και την εντύπωση του χρώματος των ματιών μας. Το χρώμα αυτό εξαρτάται από τα χρωστικά στοιχεία της ίριδας (περισσότερα σε "μελαχρινά" άτομα) και από την αγγείωσή της. Γι' αυτό όταν η ίριδα φλεγμαίνει (ιρίτιδες ή ιριδοκυκλίτιδες) αλλάζει λίγο το χρώμα της, οπότε μπορούμε να έχουμε την ετεροχρωμία.

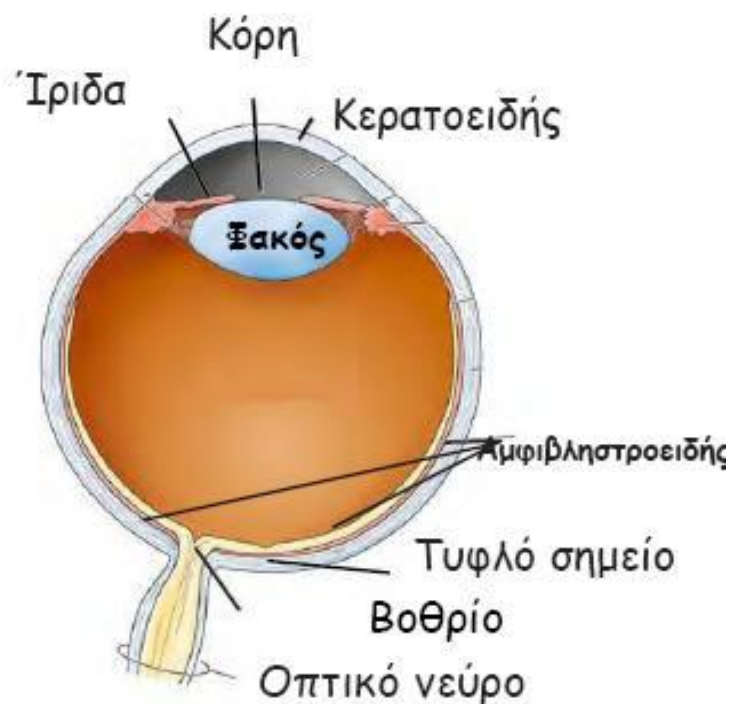
Η ίριδα έχει μύες που ρυθμίζουν το εύρος της κόρης. Το σφιγκτήρα μυ που "νευρώνεται" από το κοινό κινητικό (με παρασυμπαθητικές ίνες) και κλείνει την κόρη, δηλαδή προκαλεί μύση, και το διαστολέα που "νευρώνεται" από συμπαθητικές ίνες, ο δε ερεθισμός του προκαλεί μεγάλωμα της κόρης, δηλ. μυδρίαση. Φάρμακα που παραλύουν τις παρασυμπαθητικές ίνες όπως η ατροπίνη, προκαλούν μυδρίαση κ.ο.κ.

Ο νεύρινος χιτώνας αποτελείται από την κύρια φωτοευαίσθητη στιβάδα αυτού, τον ιδίως αμφιβληστροειδή και το "μελάγχρουν επιθήλιο" (M.E.). Το τελευταίο αυτό επαλείφει την εξωτερική επιφάνεια του αμφιβληστροειδούς και έχει στηρικτική ιδιότητα και προστατευτική λειτουργία για να προφυλάσσει τα οπτικά κύτταρα του αμφιβληστροειδούς από τις ισχυρές ανακλάσεις του φωτός. Σήμερα έχουν ερευνηθεί και άλλες λειτουργίες του M.E. όπως μεταβολικές για την ανανέωση των "δίσκων" των φωτο-δεκτικών κυττάρων (δηλ. των κωνίων και ραβδίων). Μεταξύ του μελάγχρου επιθηλίου και του αμφιβληστροειδούς υπάρχει σχισμοειδής χώρος, που σε παθολογικές καταστάσεις αυξάνει (γεμίζει από υγρό) και έτσι προκαλείται υπέγερση (ένα ανασήκωμα) αυτού, που λέγεται "αποκόλληση του αμφιβληστροειδούς".

1.5.3 ΑΜΦΙΒΛΗΣΤΡΟΕΙΔΗΣ

Ο αμφιβληστροειδής αποτελείται από πολλές στιβάδες. Από αυτές μας ενδιαφέρει η στιβάδα που περιέχει τα οπτικά κύτταρα. Τα κύτταρα αυτά, που λέγονται κωνία και ραβδία, αποτελούν τους δέκτες του φωτός για να μπορούμε

να βλέπουμε. Με τα ραβδία που είναι περισσότερα, βλέπουμε κυρίως στο αμυδρό φως, στο σούρουπο κ.λπ., ενώ με τα κωνία που είναι πυκνότερα συγκεντρωμένα στην περιοχή της όχρας, έχουμε τη μεγαλύτερη οπτική οξύτητα και αντιλαμβανόμαστε τα χρώματα. Η στιβάδα αυτή των κωνίων και ραβδίων δεν έχει αγγεία και τρέφεται με διήθηση θρεπτικών ουσιών που φθάνουν με τα τριχοειδή αγγεία του χοριοειδούς. Τα αγγεία του αμφιβληστροειδούς διelaύνουν επιπολής (προς τη μέση) αυτού. Ο αμφιβληστροειδής είναι διαφανής, δεν έχει χρώμα και παίρνει μια ρόδινη χροιά από το χοριοειδή που βρίσκεται από κάτω (πιο πίσω). Αυτή τη χροιά βλέπουμε, όταν εξετάζουμε τον αμφιβληστροειδή με το ειδικό όργανο, το οφθαλμοσκόπιο και συγχρόνως βλέπουμε και τα αγγεία του που προέρχονται από μία κύρια αρτηρία που περνά μέσα στο οπτικό νεύρο και λέγεται κεντρική αρτηρία του αμφιβληστροειδούς. Αυτή η αρτηρία, όταν βγαίνει από το οπτικό νεύρο, στο επίπεδο του αμφιβληστροειδούς που λέγεται οπτική θηλή, χωρίζεται σε 4 κύριους κλάδους. Οι κλάδοι αυτοί διχάζονται συνέχεια για να προσφέρουν αίμα (αιμάτωση, άρδευση) στον αμφιβληστροειδή



Εικόνα 9: Αμφιβληστροειδής και οπτικό νεύρο.

Εκτός από τα αγγεία διακρίνονται δύο κυρίως περιοχές, που παρουσιάζουν διαφορετικό χρώμα από τον υπόλοιπο αμφιβληστροειδή, η οπτική θηλή και η ωχρά κηλίδα

α) οπτική θηλή (σήμερα ονομάζεται οπτικός δίσκος) είναι μια περιοχή στρογγυλή, λευκωπή που δεν έχει καμιά οπτική λειτουργία (είναι τυφλή περιοχή} και σχηματίζεται από ίνες που αποτελούν το οπτικό νεύρο

Η οπτική θηλή ή δίσκος είναι η περιοχή όπου βλέπουμε την αρχή του οπτικού νεύρου. Από την περιοχή αυτή φαίνονται να ξεπροβάλλουν τα κεντρικά αγγεία του αμφιβληστροειδούς

β) ωχρά κηλίδα είναι η περιοχή που βρίσκεται κατευθείαν πίσω καθώς πέφτει το φως στον αμφιβληστροειδή Αποτελεί την πιο λεπτή μοίρα του αμφ/δής, ιδίως στο κέντρο της (Foveola) για να μην εμποδίζεται το φως (που μεταφέρει την αντανάκλαση των εικόνων του έξω κόσμου) να προσπίπτει κατ' ευθείαν στα οπτικά κύτταρα (που εδώ υπερέχουν τα κωνία) Η ωχρά έχει-χρυσοκίτρινο χρώμα, σ' αυτήν δε συγκεντρώνονται οι ακτίνες του φωτός δηλαδή εδώ σχηματίζεται το είδωλο των διαφόρων αντικειμένων που προσηλώνουμε το βλέμμα μας.

Η ωχρά είναι περιοχή της κεντρικής όρασης, η περιοχή όπου έχουμε την καθαρότερη όραση. Στο κέντρο της αποτελείται κυρίως από κωνία και δεν έχει αγγεία. Αν πάθει κάτι αυτή η περιοχή μειώνεται σημαντικά η όραση μας.

Ο βυθός του οφθαλμού, καλείται το βάθος του βολβού του οφθαλμού που το "βλέπουμε" με το οφθαλμοσκόπιο και αποτελείται κυρίως από τον αμφιβληστροειδή με τον υποκείμενο χοριοειδή και το υπερκείμενο διαφανές υαλοειδές σώμα. Διακρίνουμε:

- την οπτική θηλή (ή δίσκο) που αποτελεί την κεφαλή του οπτικού νεύρου, από όπου αναδύεται η κεντρική αρτηρία του αμφ/δούς που τελικά δίνει τους 4 κύριους κλάδους της
- την ωχρά κηλίδα, την περιοχή όπου συγκεντρώνονται όλες οι φωτεινές ακτίνες για την ευκρινέστερη οπτική οξύτητα και τα αγγεία (αρτηρίες και φλέβες) κ.ά.

1.6 ΤΟ ΟΠΤΙΚΟ ΝΕΥΡΟ

Το οπτικό νεύρο αποτελείται από το σύνολο των νευραξόνων των γαγγλιακών κυττάρων του αμφιβληστροειδούς και μοιάζει με την λευκή ουσία του εγκεφάλου, φαίνεται σαν προέκταση της εγκεφαλικής ουσίας. Συνδέει τον αμφιβληστροειδή με τον εγκέφαλο. Η αρχή του οπτικού νεύρου (στο βάθος του ματιού) καθορίζεται από μια περιοχή στον αμφιβληστροειδή που λέγεται οπτική θηλή ή δίσκος. Αυτή την περιοχή που δεν εξυπηρετεί άμεσα την οπτική λειτουργία μπορούμε να την εξετάσουμε με το οφθαλμοσκόπιο. (Παρ' ότι η περιοχή αυτή δηλ. ο οπτικός δίσκος ή θηλή δεν μετέχει στην οπτική λειτουργία και στ' οπτικό πεδίο σημειώνεται ως "τυφλή περιοχή", μέσω αυτής διέρχονται όλες οι οπτικές ίνες και όταν φλεγμαίνει π.χ. οπτική νευρίτιδα ή πάσχει έχουμε σημαντική μείωση της οπτικής οξύτητας).

Το οπτικό νεύρο αφού βγει από το βολβό, το συναντάμε πίσω στον κόγχο και τέλος βγαίνει από τον κόγχο μέσα από το οπτικό τρήμα για να φθάσει στην κοιλότητα του κρανίου, στον εγκέφαλο. Μόλις το οπτικό νεύρο φθάσει στην κοιλότητα του κρανίου, ορισμένες ίνες του, αυτές που προέρχονται από μέρος του αμφιβληστροειδούς προς τη μύτη (ρινικά), χιάζονται και σχηματίζεται το οπτικό χίασμα.

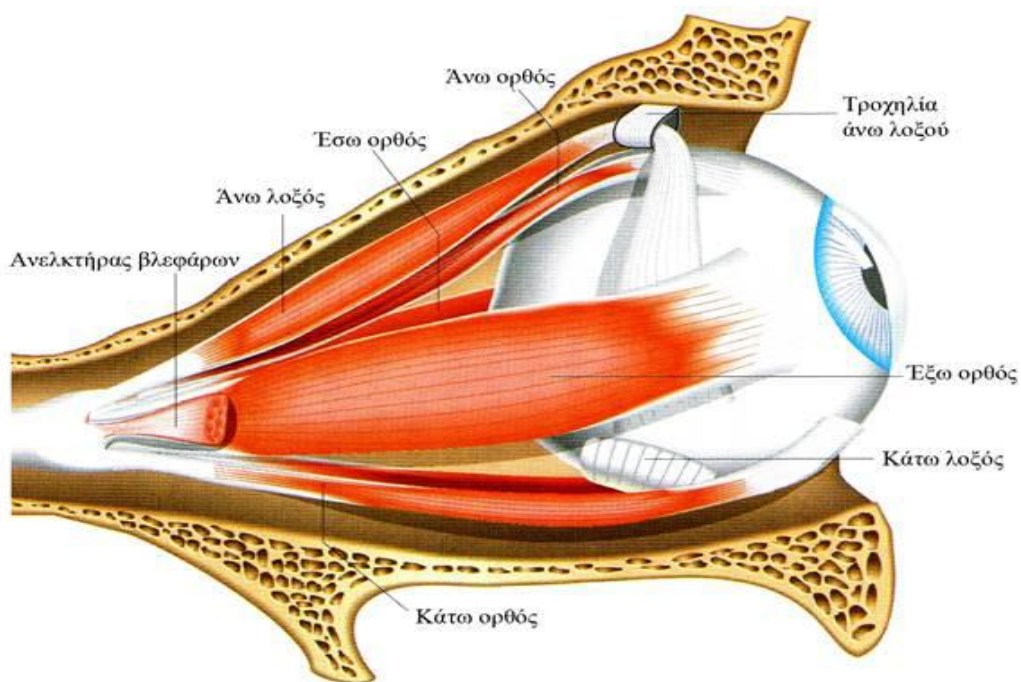
Αξιοσημείωτο είναι ότι το οπτικό νεύρο φιλοξενεί και αγγεία (την κε-ντρική αρτηρία του αμφιβληστροειδούς που προέρχεται από κλάδο της έσω καρωτίδας και την κεντρική φλέβα που αποχετεύει το αίμα από τον αμφιβληστροειδή).

1.7 ΜΥΕΣ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

Στο μάτι μας υπάρχουν διάφοροι μύες. Άλλοι κινούν τα βλέφαρα, άλλοι κινούν το βολβό πάνω, κάτω, μέσα, έξω και άλλοι βρίσκονται μέσα στο βολβό. Αυτοί που βρίσκονται μέσα στο βολβό κινούν την ίριδα (για τη μύση και τη μυδρίαση) ή βοηθούν στην προσαρμογή δηλαδή στο να βλέπουμε καθαρά, κοντά κ.ά. Οι μύες που κινούν το βολβό του οφθαλμού καλούνται οφθαλμοκινητικοί. Ο

βολβός κινείται γύρω από ένα σημείο που είναι το κέντρο περιστροφής του και βρίσκεται περίπου στο ύψος του ισημερινού.

Οι οφθαλμοκινητικοί μύες είναι 6. Οι 4 ορθοί (έσω, έξω, άνω, κάτω ορθός) και οι 2 λοξοί. Οι μύες αυτοί, κυρίως οι ορθοί, εκφύονται από ένα κοινό τένοντα σχήματος δακτυλίου στο βάθος του κόγχου και φθάνουν (καταφύονται) στο σκληρό πλησίον στο σκληροκερατοειδές όριο και πιο κοντά από όλους ο έσω ορθός



Εικόνα 10: Οφθαλμικοί μύες

Οι 4 ορθοί διακρίνονται σε άνω, κάτω, έσω και έξω ορθό. Η θέση τους καθώς και η λειτουργία τους συνδυάζεται με την ονομασία τους, οι λοξοί διαφέρουν από τους ορθούς τόσο κατά την πορεία τους όσο και κατά την έκφυση και την κατάφυσή τους αλλά και στη δράση τους Έτσι ο κάτω λοξός στρέφει το μάτι μας προς τα επάνω και ο άνω λοξός προς τα κάτω. Τους περισσότερους οφθαλμοκινητικούς μύες (έσω, κάτω και άνω, ορθό και τον κάτω λοξό) τους νευρώνει το κοινό κινητικό ενώ τον έξω ορθό το απαγωγό νεύρο και τον άνω λοξό το τροχλιακό νεύρο.

Ο άνω ορθός συσπώμενος στρέφει το βολβό προς τα επάνω, ο κάτω ορθός προς τα κάτω, ο έξω ορθός φέρνει το βολβό προς τα έξω ενώ ο έσω ορθός στρέφει το βολβό προς τα μέσα (προς τη μύτη). Ο κάτω λοξός κινεί το βολβό προς τα επάνω ενώ ο άνω λοξός προς τα κάτω. Η πορεία των λοξών οφθαλμοκινητικών μυων εκφύεται από την ελάσσονα πτέρυγα του σφηνοειδούς πάνω από τον ινώδη δακτύλιο φέρεται προς τα εμπρός και περνά ως τένων μέσα από ένα χόνδρινο σχηματισμό "σαν κρίκο", την τροχαία, (που δρα ως "λειτουργική έκφυση") ανακάμπτει κατευθυνόμενος ο τένοντας προς τα πίσω, περνώντας κάτω από τον άνω ορθό και καταφύεται στο άνω και πίσω τεταρτημόριο του βολβού. Με την πορεία αυτή εξηγείται γιατί η έξω ενέργεια του στρέφει το βολβό προς τα κάτω και έξω. Ο κάτω λοξός, εκφύεται από το πρόσθιο και κάτω τμήμα του έσω τοιχώματος του κόγχου, φέρεται προς τα πίσω και έξω και καταφύεται στο πίσω κάτω κροταφικό τμήμα του βολβού. Ενεργώντας ο κάτω λοξός προκαλεί στροφή του βολβού προς τα άνω και απαγωγή. Βλέπουμε ότι η "λειτουργική" έκφυση των λοξών είναι μπροστά από το επίπεδο του ισημερινού του βολβού και η κατάφυση των πίσω. Εκτός από την πρωτεύουσα αυτή ενέργεια που οι λοξοί την εκδηλώνουν σε θέση προσαγωγής έχουν και δευτερεύουσες ενέργειες την απαγωγή (φέρουν το μάτι προς τα έξω) και την κυκλοστροφή

Με αυτά που αναφέραμε, βλέπουμε ότι όταν κοιτάζουμε προς τα επάνω λειτουργούν ο άνω ορθός και ο κάτω λοξός ενώ όταν διαβάζουμε ή κοιτάζουμε προς τα κάτω λειτουργεί ο κάτω ορθός και ο άνω λοξός. Όταν διαταράσσεται η αρμονική συνεργασία των μυών όπως σε μια πάρεση ή παράλυση, τότε το μάτι μας φεύγει, παρεκκλίνει από την κανονική του θέση και έχουμε το στραβισμό.

Οι φωτεινές ακτίνες όταν προσπέσουν στο μάτι μας, περνούν τα διαφανή στοιχεία του (τον κερατοειδή, το υδατοειδές υγρό, το φακό και το υαλοειδές σώμα) που λέγονται και διαθλαστικά μέσα και τέλος συγκεντρώνονται στον αμφιβληστροειδή. Ο αμφιβληστροειδής δρα ως το "φίλμ" της φωτογραφικής μηχανής. Οι ακτίνες αυτές ερεθίζουν ιδιαίτερα τα κωνία και ραβδία και προκαλούν φωτοχημικές διεργασίες και βιοηλεκτρικές μεταβολές που τελικά γίνονται νευρικά σήματα και μεταφέρονται με το οπτικό νεύρο και όλη την οπτική οδό στον εγκέφαλο. Στο φλοιό του εγκεφάλου, στον ινιακό λοβό του αλλά και σε περιοχές του κροταφικού και βρεγματικού λοβού (πίσω), τα σήματα αυτά κατά κάποιο τρόπο

"αποκωδικοποιούνται" και ολοκληρώνεται η όλη λειτουργία της όρασης. Με άλλα λόγια έχουμε έναν υποδοχέα-δέκτη, τον αμφιβληστροειδή, και ένα ανώτερο κέντρο επεξεργασίας των ερεθισμάτων, τον ινιακό λοβό του εγκεφάλου που αποτελεί και το κέντρο της όρασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

2.1 ΟΠΤΙΚΗ ΟΔΟΣ

Από τον αμφιβληστροειδή, από τα γαγγλιακά κύτταρα του ξεκινούν οι νευρικές ίνες που συγκεντρωμένες στην περιοχή που αποκαλούμε οπτικό δίσκο (ή θηλή παλαιότερα) σχηματίζουν το οπτικό νεύρο. Το οπτικό νεύρο, ένα από κάθε μάτι, ως γνωστό, ενώνεται με τ' άλλο και σχηματίζεται το οπτικό χίασμα (μπροστά από το τουρκικό εφίπιο, πάνω απ' την υπόφυση). Στην περιοχή αυτή που συναντώνται τα δύο οπτικά νεύρα, (το ένα από το δεξί και το άλλο από το αριστερό μάτι), οι ίνες, οι οπτικές που προέρχονται από τα ρινικά ημιμόρια (δηλ. από τα προς τα μέσα ημιμόρια του αμφιβληστροειδούς) χιάζονται ενώ αυτές οι ίνες που προέρχονται από τα έξω (κροταφικά) τμήματα (ημιμόρια) του αμφιβληστροειδούς συνεχίζουν την πορεία τους ομόπλευρα με τις χιασθείσες (ρινικές) ίνες του άλλου ματιού. Έτσι όταν βλέπουμε προς μια πλευρά π.χ. δεξιά τα είδωλα του αντικειμένου "πέφτουν" στην κροταφική πλευρά (ημιμόριο) του αμφιβληστροειδούς του αριστερού οφθαλμού και προς την ρινική πλευρά (ημι-μόριο) του αμφιβληστροειδούς του δεξιού οφθαλμού και συνεχίζουν με το κάθε οπτικό νεύρο, ενώ στο χίασμα αφού χιάζονται οι ρινικές του δεξιού οφθαλμού, μετά το χιασμό ακολουθούν πορεία αριστερά ως οπτική ταινία.

Οι οπτικές ίνες, μετά το χίασμα (το "χιασμό" του ρινικού από κάθε ημιμόριο) συνεχίζουν ως οπτικές ταινίες και καταλήγουν στο έξω γονατώδες σώμα. Από το "σταθμό" αυτό της οπτικής οδού, δηλ. τα έξω γονατώδη σώματα αρχίζουν ίνες, οι οπτικές ακτινοβολίες (ή δέσμες του LASER), που φθάνουν πιο πίσω στον ινιακό λοβό (πληκτραία σχισμή και γύρω περιοχές και ζώνες) όπου γίνεται η αποκωδικοποίηση, επεξεργασία των νευρικών "σημάτων" ως οπτική αντίληψη. Η γνώση της οπτικής οδού είναι αναγκαία για να ερμηνεύσουμε διαταραχές των οπτικών πεδίων. Η γνώση αυτή της οπτικής οδού μας βοηθάει ν' αντιληφθούμε γιατί μια βλάβη π.χ. από έναν όγκο που πιέζει την οπτική ταινία αριστερά θα μας δώσει μια ομώνυμη δεξιά ημιανοψία.

2.2 ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΙΣΘΗΣΗ ΣΤΗΝ ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ

Το φως καθώς πέφτει στα διάφορα αντικείμενα και αντανακλάται από αυτά προς τα μάτια μας, κάνει ορατή την παρουσία τους και έτσι αποκτάμε την αντίληψη του εξωτερικού χώρου. .Επειδή όμως έχουμε δυο μάτια που συνεργάζονται μεταξύ τους για ν' αποκτήσουμε τη διόφθαλμη όραση (για να βλέπουμε δηλαδή και με τα δυο μάτια κάθε αντικείμενο σαν ένα) έχουμε ταυτόχρονα και την αντίληψη του βάθους και του όγκου των αντικειμένων, δηλαδή τη στερεοσκοπική όραση.

Πέρα όμως απ' αυτή την αντίληψη των αντικειμένων συνειδητοποιούμε την παρουσία διαφόρων αποχρώσεων δηλαδή αποκτούμε και την αντίληψη των χρωμάτων. Για την αντίληψη των χρωμάτων φαίνεται ότι μετέχουν κυρίως τα κωνία του αμφιβληστροειδούς που είναι περισσότερα στην ωχρά κηλίδα. Η αντίληψη των χρωμάτων αποτελεί πιο εξελιγμένη και ανώτερη αισθητηριακή αντίληψη.

Παρά την πληθώρα των χρωμάτων που βλέπουμε, φαίνεται ότι υπάρχουν στα κωνία τρεις κύριοι υποδοχείς γι' αυτά. Οι υποδοχείς του κόκκινου, του πράσινου και του κυανού (μπλε). Σε αρκετά άτομα, περίπου 8% στους άνδρες και 0,5% στις γυναίκες, υπάρχει από τη γέννηση τους δηλ. συγγενής, διαταραχή της αντίληψης των χρωμάτων, αυτό που λέγεται "δυσχρωματοψία". Αυτή η διαταραχή συνήθως αφορά στη μη σωστή εκτίμηση του πράσινου "δευτερανωμαλία" ή σε πιο έντονη βλάβη ή διαταραχή "δευτερανωπία". Δεν διορθώνεται και μπορεί να γίνει εμπόδιο στη ζωή και κυρίως στην εξάσκηση ορισμένων επαγγελματιών όπως αεροπόρος, οδηγός, χημικός κ.ά.

Η όραση αποτελεί σύνθετη επεξεργασία που συνίσταται από πολλά ανεξάρτητα τμήματα (υποδοχείς στον αμφ/δή, μηχανισμούς διαμόρφωσης και μετάδοσης, οδούς και κέντρα στον εγκέφαλο και τελικά προβάλλει ως ε ν ι α ί α αντίληψη).

Οι πιο πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει ότι λειτουργούν τρία συστήματα για:

1. την αντίληψη της μορφής (σχήματος)
2. την αντίληψη του χρώματος
3. την αντίληψη της κίνησης και της οργάνωσης στο χώρο

Για ν' αποκτήσουμε την ενιαία, ολιστική και συνθετική αντίληψη του έξω κόσμου δηλ. της εξωτερικής πραγματικότητας, οι νεότερες έρευνες της νευροφυσιολογίας και των νευροεπιστημών έδειξαν ότι λειτουργούντρία συστήματα που έχουν τα ονόματα Μέγα (magno), Μικρό (parvo) και Blob. Από αυτά:

Το Μέγα (magno) σύστημα μας βοηθάει ν' αντιληφθούμε συνολικά τα αντικείμενα, την κίνηση και το βάθος.

Το Μικρό (parvo) σύστημα να διακρίνουμε λεπτομέρειες.

Το Blob ν' αντιληφθούμε τις αποχρώσεις, το χρώμα.

2.3 ΤΟ ΥΔΑΤΟΕΙΔΕΣ ΥΓΡΟ ΚΑΙ Η ΕΝΔΟΦΘΑΛΜΙΑ ΠΙΕΣΗ

Το υδατοειδές υγρό παράγεται και εκκρίνεται από το ακτινωτό σώμα (τις ακτινοειδείς προβολές) και προέρχεται από το αίμα. Αποτελείται περίπου από τα ίδια στοιχεία και συστατικά του όρου του αίματος χωρίς τις πρωτεΐνες του. Το υδατοειδές υγρό που κυκλοφορεί στο χώρο ανάμεσα στο φακό, την ίριδα και τον κερατοειδή, προσφέρει θρεπτικά συστατικά στα στοιχεία αυτά, εξασκεί δε και διατηρεί σταθερή πίεση στο μάτι που λέγεται ενδοφθάλμια πίεση.

Το υγρό αυτό αποχετεύεται κυρίως από μια περιοχή που λέγεται γωνία του πρόσθιου θαλάμου. Η γωνία αυτή σχηματίζεται από την πρόσθια επιφάνεια της ίριδας και την πίσω επιφάνεια του κερατοειδούς (δεσκεμέτειος, ενδοθήλιο), εκεί που ενώνονται οι δύο αυτές επιφάνειες σχηματίζουν γωνία. Στη γωνία αυτή υπάρχει ένας πορώδης σχηματισμός, κάτι σαν το "σφουγγάρι" με πολλές τρύπες που λέγεται ηθμός. Μέσα από τους πόρους αυτού του ηθμού και ενός σωλήνα που τον περιβάλλει, αποχετεύεται το υδατοειδές υγρό που τελικά με ειδικές φλέβες ξαναγυρίζει στη φλεβική κυκλοφορία. Αυτή η αποχέτευση μας ενδιαφέρει γιατί αν λιγосτεύει ή σταματήσει, τότε αυξάνεται η πίεση που εξασκεί το υδατοειδές υγρό δηλ. η ενδοφθάλμια πίεση και έχουμε το γλαύκωμα. Φυσιολογικά υπάρχει ισορροπία στην παραγωγή και στην αποχέτευση του υδατοειδούς, δηλαδή όσο παράγεται τόσο και αποχετεύεται με αποτέλεσμα και η πίεση του υγρού, η ενδοφθάλμια πίεση, να μένει σταθερή (φυσιολογικά επίπεδα).

Η φυσιολογική πίεση που τη μετρούμε με ειδικά όργανα (τα τονόμετρα), είναι γύρω στα 17 χιλιοστά στήλης υδραργύρου Όταν αυξηθεί πάνω από τα φυσιολογικά όρια, συνήθως πάνω από 25 χιλιοστά στήλης υδραργύρου μιλούμε για γλαύκωμα (εφ' όσον συνυπάρχει βλάβη και των οπτικών ινών). Δεν νομίζω ότι χρειάζονται άλλες βασικές γνώσεις από τη φυσιολογία του οφθαλμού γιατί και ορισμένα στοιχεία της αναφέρονται στο κεφάλαιο της ανατομίας, όπως η θρέψη του αμφιβληστροειδούς , η έλλειψη αγγείων και η θρέψη του κερατοειδούς, η προσαρμογή του οφθαλμού με το φακό για κοντά και μακριά Σύντομα θα θέλαμε να υπενθυμίσουμε τα εξής:

2.4 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΟΡΑΣΗΣ

Η ποιότητα της όρασης εξαρτάται από τρεις παράγοντες, την απόδοση των οπτικών μέσων του ματιού που επηρεάζουν την ποιότητα του σχηματιζόμενου ειδώλου στον αμφιβληστροειδή, την φυσιολογική λειτουργία του αμφιβληστροειδή και την επεξεργασία της εικόνας αυτής στον εγκέφαλο σε συνδυασμό με την ψυχοφυσική αντίληψη του κάθε ατόμου. Το οπτικό σύστημα του οφθαλμού επηρεάζει την ποιότητα του σχηματιζόμενου ειδώλου στον αμφιβληστροειδή.

Συγκεκριμένα, η απεικόνιση του ειδώλου, καθορίζεται από το μέγεθος της κόρης (άμεση σχέση με την περίθλαση), τις εκτροπές και την σκέδαση των οπτικών μέσων. Όλα αυτά τα στοιχεία προκαλούν αδυναμία παραγωγής ενός τέλει ειδώλου, καθώς εμποδίζουν την τέλεια απεικόνιση ενός σημείου του αντικειμένου σε ένα αντίστοιχο σημείο του ειδώλου. Έτσι ποτέ μμέσα από ένα οπτικό σύστημα δεν επιτυγχάνεται η τέλεια σημειακή απεικόνιση μιας πηγής, αλλά απεικονίζεται ένα σχέδιο με ένα κεντρικό φωτεινότερο δακτύλιο ο οποίος περιβάλλεται από ομόκεντρους δακτυλίους σταδιακά ελαττωμένης φωτεινότητας

Η ποιότητα του ειδώλου και η διακριτική ικανότητα του οφθαλμού επηρεάζονται και από ανατομικούς και φυσιολογικούς παράγοντες του

αμφιβληστροειδούς και της οπτικής οδού, δηλαδή την μέγιστη πυκνότητα φωτουποδοχέων στο κεντρικό βοθρίο και την φυσιολογική λειτουργικότητα αυτών, καθώς και την ακεραιότητα και φυσιολογική λειτουργία της οπτικής οδού από το οπτικό νεύρο μέχρι το οπτικό κέντρο στον ινιακό λοβό.

Ο τρίτος παράγοντας της ποιότητας όρασης είναι η ψυχοφυσική επεξεργασία της εικόνας, που γίνεται σε ανώτερα κέντρα του εγκεφάλου, και στοχεύει στην αντίληψη αυτής, δηλαδή των χρωμάτων, του μεγέθους, της θέσης της στο χώρο και στον συνδυασμό της με παλαιότερες εικόνες, ώστε το άτομο να αντιλαμβάνεται τον περιβάλλοντα χώρο του.

Τη σχέση του οφθαλμικού βολβού με τα επικουρικά αυτού μόρια (βλέφαρα, οφθαλμοκινητικοί μύες) όπως και με τα αγγεία και νεύρα που διατρέχουν και βρίσκονται στην κοιλότητα του κόγχου, όπως και με τον ίδιο τον κόγχο (το οστέινο τμήμα του) μπορούμε να τη δούμε καλύτερα σε μια πλάγια τομή που ακολουθεί. Τα νεύρα του οφθαλμού στέλνουν ερεθίσματα (νευρικές ώσεις) για να κινηθούν οι μύες (κινητικά), μεταφέρουν ερεθίσματα (αισθητικά), βοηθούν στη λειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος (συμπαθητικού-παρα-συμπαθητικού) και στη μεταφορά των οπτικών ερεθισμάτων (με το αισθητήριο νεύρο-το οπτικό). Κινητικά νεύρα είναι το κοινό κινητικό (τρίτη εγκεφαλική συζυγία), το τροχλιακό (τέταρτη) και το απαγωγό (έκτη). Το κοινό κινητικό νευρώνει τους περισσότερους μύες που κινούν το βολβό: τον έσω, τον άνω, τον κάτω ορθό και τον κάτω λοξό. Επίσης "νευρώνει" και τον ανελκτήρα μυ του άνω βλεφάρου. Το τροχλιακό νεύρο δίνει νευρικές ίνες στον άνω λοξό μυ, το δε απαγωγών νευρώνει τον έξω ορθό μυ. Στα βλέφαρα το προσωπικό ν. νευρώνει το σφιγκτήρα μυ και προκαλεί το κλείσιμο των βλεφάρων.

Για την αισθητική νεύρωση του βολβού και της γύρω περιοχής διακλαδίζονται ίνες από το τρίδυμο (πέμπτη εγκεφαλική συζυγία) και ειδικότερα από τον πρώτο κλάδο του τρίδυμου, το οφθαλμικό νεύρο. Επειδή το τρίδυμο νεύρο προσφέρει αισθητικές ίνες σε μεγάλο μέρος του προσώπου, γι' αυτό σε παθήσεις του ματιού (ιριδοκυκλίτιδες) ο πόνος αντανάκλαται στο μισό του μετώπου ή του προσώπου. Αισθητήριο είναι το οπτικό νεύρο που αποτελεί κατά κάποιο τρόπο

προέκταση του εγκεφάλου μαζί με τον αμφιβληστροειδή, δηλαδή μια εγκεφαλική δεσμίδα που περνάει μέσα από το οπτικό τρήμα και συνδέει τον αμφιβληστροειδή (το φωτοευαίσθητο τμήμα του ματιού που δέχεται τα οπτικά ερεθίσματα) με τον κυρίως εγκέφαλο. Ο αμφιβληστροειδής μπορεί να θεωρηθεί από τη διάπλαση του και την υφή του σαν φαιά εγκεφαλική ουσία, που έχει βγει από το κρανίο για να συλλάβει τα οπτικά ερεθίσματα που κέντρο της όρασης, στον ινιακό λοβό. Ο βολβός και η γύρω περιοχή δέχονται νεύρωση και από το αυτόνομο νευρικό σύστημα (ίνες συμπαθητικές που ακολουθούν την πορεία της καρωτίδας και των κλάδων της και παρασυμπαθητικές που φέρνει το κοινό κινητικό).

2.5 ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΟΡΗΣ - ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ

Το μέγεθος της κόρης επηρεάζει τη ποιότητα του σχηματιζόμενου ειδώλου μέσω της περίθλασης που δημιουργείται στα όρια της κόρης, έστω και αν το υπόλοιπο οπτικό σύστημά είναι τέλειο. Περίθλαση είναι το φαινόμενο της απόκλισης του φωτός από την αρχικά ευθύγραμμή μη πορεία του όταν προσπέσει σε ένα εμπόδιο και προκαλεί την διασπορά του σε περισσότερα σφαιρικά κύματα. Όταν μία δέσμη φωτός προσπέσει σε ένα αντικείμενο (πχ, φράγμα περίθλασης), τα επιμέρους κυματικά σημεία της προσπίπτουσας περιοχής αλλάζουν σε πλάτος ή φάση άρα και κατεύθυνση οπότε δημιουργούνται δευτερεύοντα κύματα. Τα πολλαπλά αυτά κύματα που είναι κομμάτια του πρώτου κύματος, συμβάλλουν μεταξύ τους, δηλαδή ενώνονται και προκαλούν δευτερεύουσες εστίες. Έτσι από ένα κύμα δημιουργούνται πολλά διαφορετικά, που διαδίδονται σε μια σφαιρική διανομή και εστιάζονται σε διαφορετικά σημεία.

Το κεντρικό κύμα λέγεται μηδενικής τάξης ($m=0$), ενώ τα αμέσως επόμενα αυτής, δεξιά και αριστερά, λέγονται πρώτης τάξης ($m=1$), τα επόμενα δεύτερης ($m=2$) και ούτω κάθε εξής.

Όταν το φως διέρχεται από μια μικρή κόρη περιθλάται στα όρια αυτής και αλλάζει πορεία ενώ τα σημεία της ακτίνας που είναι προς το κέντρο δεν

επηρεάζονται. Όποτε το κεντρικό τμήμα της εισερχόμενης στον οφθαλμό ακτίνας δεν αλλάζει πορεία και κατευθύνεται προς το κεντρικό βοθρίο στην ωχρά, ενώ τα περιφερικά σημεία, που έρχονται σε επαφή με τα τοιχώματα της κόρης αλλάζουν πορεία και κατευθύνονται σε διάφορα σημεία μέσα στον οφθαλμό. Το φαινόμενο αυτό επηρεάζει την σημείο προς σημείο απεικόνιση του αντικειμένου στο είδωλο, οπότε δεν έχουμε την τέλεια σημειακή απεικόνιση και το είδωλο που δημιουργείται δεν είναι ένα σημείο, αλλά μια κυκλική επιφάνεια με μεγαλύτερη φωτεινότητα στο κέντρο, η οποία σταδιακά ελαττώνεται. Το φαινόμενο της περίθλασης μειώνεται όσο μεγαλώνει η κόρη αφού οι φωτεινές ακτίνες επηρεάζονται λιγότερο από τα τοιχώματα αυτής.

Το καλύτερα σχηματιζόμενο είδωλο (ισορροπία περίθλασης-εκτροπών) εμφανίζεται όταν η κόρη έχει διάμετρο 3χιλιοστών. Σε αυτή την διάμετρο η επιρροή της περίθλασης είναι μικρότερη από ότι στις μικρότερες διαμέτρους και η επιρροή των σφαιρικών εκτροπών είναι μικρότερη από ότι σε μεγαλύτερες διαμέτρους. Δηλαδή στην διάμετρο των 3χιλιοστών, στο οπτικό σύστημα του ανθρώπινου οφθαλμού, συμβαίνει μια ισορροπία περίθλασης-εκτροπών που προκαλούν την μικρότερη δυνατή θόλωση του ειδώλου.

2.6 ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΟΡΑΣΗΣ

Διαθλαστικά Σφάλματα

Διαθλαστικά ονομάζονται τα σφάλματα που οφείλονται στην μη εστίαση του φωτός στον αμφιβληστροειδή από τα οπτικά του οφθαλμού (κερατοειδής, κρυσταλλοειδής φακός) με αποτέλεσμα την θολή όραση. Διακρίνονται σε μυωπία, υπερμετρωπία και αστιγματισμό.

Μυωπία

Ως μυωπία ορίζεται το σφάλμα κατά το οποίο το είδωλο του υπό παρατήρηση αντικειμένου σχηματίζεται νωρίτερα από το επίπεδο του αμφιβληστροειδή. Ο μύωπας μπορεί να διακρίνει καθαρά μόνο τα αντικείμενα που

βρίσκονται σε κοντινή απόσταση. Για την διόρθωση της μυωπίας απαιτείται η παρουσία αρνητικού οφθαλμικού φακού.

Τα αίτια της μυωπίας είναι είτε ανατομικά είτε διαθλαστικά. Οι βασικοί τύποι μυωπίας είναι οι ακόλουθοι:

A) απλής μορφής, μπορεί να οφείλεται σε μεγάλο προσθιοπίσθιο άξονα του οφθαλμού (αξονική μυωπία), σε μεγάλη διαθλαστική δύναμη του κερατοειδούς ή του φακού (διαθλαστική μυωπία) ή συνδυασμό των παραπάνω.

B) εκφυλιστική

Γ) νυχτερινή, λαμβάνει χώρα κατά τις απογευματινές/βραδινές ώρες και οφείλεται στον χαμηλό φωτισμό και την αύξηση της διαμέτρου της κόρης, γεγονός που οδηγεί σε αυξημένη σφαιρική εκτροπή.

Δ) ψευδομυωπία

Ε) επίκτητη

Υπερμετροπία

Η Διαθλαστική ανωμαλία που οδηγεί στα ακριβώς αντίθετα αποτελέσματα σε σχέση με τη μυωπία. Ένας υπερμέτρωπας μπορεί να διακρίνει καθαρά μόνο τα αντικείμενα που βρίσκονται σε μακρινή απόσταση. Στη περίπτωση αυτή το είδωλο ενός αντικειμένου σχηματίζεται κατόπιν του επιπέδου του αμφιβληστροειδή. Η διόρθωση της υπερμετροπίας γίνεται με τη χρήση θετικών οφθαλμικών φακών. Η υπερμετροπία μπορεί να οφείλεται σε μικρό προσθιοπίσθιο άξονα του ματιού, σε μικρή διαθλαστική δύναμη του κερατοειδούς ή του φακού ή σε συνδυασμό των παραπάνω. Τα συμπτώματα της υπερμετροπίας εξαρτώνται απόλυτα από την ηλικία του ατόμου και το βαθμό υπερμετροπίας του. Μικρός βαθμός υπερμετροπίας κατά τη γέννηση είναι φυσιολογικό φαινόμενο και μειώνεται με την ανάπτυξη του σώματος. Στην παιδική ηλικία ο υπερμέτρωπας μπορεί, ενεργοποιώντας τη λειτουργία της προσαρμογής να εξουδετερώσει την υπερμετροπία και να μην έχει πρόβλημα μειωμένης όρασης. Καθώς ο υπερμέτρωπας μεγαλώνει το εύρος προσαρμογής μειώνεται, οπότε αρχίζουν τα

προβλήματα μειωμένης όρασης, τόσο για την κοντινή όσο και για τη μακρινή όραση.

Πρεσβυωπία

Η πρεσβυωπία συχνά συγχάιεται με την υπερμετρωπία. Ονομάζεται η δυσκολία εστίασης σε κοντινές αποστάσεις λόγω ηλικιακής μείωσης του εύρους προσαρμογής. Η πρεσβυωπία ξεκινάει κατά βάσει μετά την ηλικία των 40 ετών, γίνεται όμως από την αρχή της πίο αισθητή στους υπερμέτρωπες απ'ό,τι στους μύωπες λόγω εξουδετέρωσης του διαθλαστικού σφάλματος.

Αστιγματισμός

Πρόκειται για μια διαθλαστική ανωμαλία η οποία μπορεί να συνυπάρχει με την μυωπία ή την υπερμετρωπία. Οφείλεται σε μη ομογενή καμπυλότητα (toroidal shape) συνήθως του κερατοειδή αλλά κάποιες φορές και του κρυσταλλοειδή φακού. Η διαθλαστική δύναμη του ματιού ποικίλλει στους διάφορους μασημβρινούς, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η εστίαση των εισερχομένων ακτίνων στο μάτι σ'ένα σημείο. Τα συμπτώματα του αστιγματισμού είναι η θολή όραση και η κοπιωπία. Ο αστιγματισμός υπάρχει συνήθως από τη γέννηση του ατόμου και παραμένει συνήθως στα ίδια επίπεδα με την πάροδο του χρόνου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ

3.1 ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑ

Η πρεσβυωπία είναι η πάθηση κατά την οποία ο οφθαλμός χάνει την δυνατότητα εστίασης σε κοντινά αντικείμενα με την πάροδο του χρόνου. Είναι μία πάθηση η οποία ξεκινά από τα πρώτα χρόνια της ζωής του ανθρώπου και εξελίσσεται, γίνεται όμως αντιληπτή περίπου στη μέση ηλικία (45-55). Το αποτέλεσμα είναι να πραγματοποιούνται δύσκολα οι εργασίες που απαιτούν κοντινή εστίαση (όπως διάβασμα, εργασία σε υπολογιστή κλπ).

Οι μυωπικοί οφθαλμοί έχουν ένα προτέρημα ως προς την πρεσβυωπία, καθώς είναι ήδη εστιασμένοι σε ένα κοντινό σημείο όταν ο οφθαλμός είναι σε χαλάρωση. Οι μύωπες που έχουν περίπου 2 βαθμούς μυωπία, είναι εστιασμένοι σε απόσταση 0,5 μέτρα περίπου από τον κερατοειδή, με αποτέλεσμα αυτοί οι άνθρωποι να μην «αισθάνονται» την πρεσβυωπία και να μπορούν να βλέπουν καλά σε κοντινή απόσταση απλά αφαιρώντας τα οπτικά τους βοηθήματα (γυαλιά – φακοί επαφής). Η πρεσβυωπία έχει γίνει πεδίο μελέτης και έρευνας από τον 17ο αιώνα και μέχρι σήμερα είναι ακόμη ένας τομέας που προκαλεί το ενδιαφέρον πολλών επιστημόνων. Αυτό κυρίως συμβαίνει διότι η πρεσβυωπία είναι μία πάθηση που προκαλείται απλώς από την πάροδο του χρόνου και κανείς δεν μπορεί να ξεφύγει από αυτήν. Οπότε όλοι οι άνθρωποι άνω των 45 – 50 υποφέρουν από αυτήν, εκτός αν είναι μύωπες όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οπότε τα συμπτώματα της πρεσβυωπίας δεν γίνονται αντιληπτά.

3.1.2 ΘΕΩΡΙΕΣ ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑΣ

Οι θεωρίες που έχουν μελετηθεί και προταθεί χωρίζονται σε 3 μεγάλες κατηγορίες:

1. Φακικές θεωρίες

Οι φακικές θεωρίες έχουν να κάνουν με τις όποιες ηλικιακές αλλαγές υφίσταται ο φακός. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω κατά την διάρκεια τη προσαρμογής οι ίνες της Ζιννείου ζώνης χαλαρώνουν και το ελαστικό περιφάκιο επανέρχεται στο φυσιολογικό του σχήμα. Όπως παρατηρήθηκε (Fincham, 1937) οι κρυσταλλοειδείς φακοί που αφαιρούνταν *in vitro* από ηλικιωμένους ανθρώπους άλλαζαν ελάχιστα το σχήμα τους σε σχέση με τους φακούς που προέρχονταν από νεαρούς ανθρώπους, όταν αφαιρούταν το περιφάκιο. Αυτό συμβαίνει διότι οι φακαίες ίνες που δημιουργούνται από το επιθήλιο (στην έσω επιφάνεια του προσθίου περιφακίου) επικάθονται πάνω στις παλαιές, οι οποίες δεν μπορούν από κάπου να διαφύγουν. Έτσι ο συνεχώς αυξανόμενος πληθυσμός των ινών πληρεί τον όγκο του περιφακίου, αυτές συγκολλούνται μεταξύ τους και δημιουργείται μια «σκλήρυνση» της ιδίου ουσίας του φακού. Αυξάνεται το πάχος του φακού, το βάρος του και ο όγκος του, ο φακός γίνεται πιο σφαιρικός και πιο άκαμπτος.

Επίσης, από άλλες μελέτες (Fisher 1973, Glasser and Campbell 2000) παρατηρήθηκε ότι τόσο η ελαστικότητα του φακού όσο και η ελαστικότητα του περιφακίου μειώνονται με την πάροδο του χρόνου. Σύμφωνα με τα παραπάνω οι φακικές θεωρίες υποστηρίζουν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της μείωσης της προσαρμοστικής ικανότητας οφείλεται σε μεταβολές στην ελαστικότητα του φακού και του περιφακίου.

2. Έξωφακικές θεωρίες

Αυτές οι θεωρίες περιγράφουν τις μεταβολές που συμβαίνουν εκτός του φακού. Αυτές είναι οι ηλικιακές αλλαγές που συμβαίνουν στο ακτινωτό σώμα, τη Ζίνναιο ζώνη, το υαλοειδές σώμα, την ίριδα, το χοριοειδή και το σκληρό χιτώνα. Πολλές μελέτες έχουν γίνει για να περιγράψουν αυτές τις αλλαγές με σημαντικότερη ίσως αυτή του Schachar το 1996. Μια άλλη θεωρία της πρεσβυωπίας βασίζεται στην ηλικιακή αλλαγή της γεωμετρίας της σύνδεσης των ινών της Ζιννείου ζώνης με τον φακό (γνωστή ως γεωμετρική θεωρία). Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, λόγω της αύξησης του όγκου (και του πάχους) του φακού και της

πρόσθιας και προς τα έσω μετατόπισης του ακτινωτού μυ με την ηλικία, μειώνεται το διάστημα μεταξύ του φακού και του ακτινωτού μυ. Ως αποτέλεσμα αλλάζει η γωνία προσκόλλησης των ινών στον ισημερινό του φακού με συνέπεια να μειώνεται η ικανότητα των ινών να ασκούν δυνάμεις τάνυσης στον φακό.

Η μείωση των δυνάμεων τάνυσης οδηγούν στην αυξανόμενη καμπυλότητα του φακού και στον περιορισμό της προσαρμογής. Η ίδια θεωρία προτείνει ως κύριο αιτιολογικό παράγοντα της πρεσβυωπίας την αύξηση του μεγέθους του φακού χαρακτηρίζοντας τις φακικές αλλαγές ως το αποτέλεσμα παρά την αιτία της πρεσβυωπίας. Στην πραγματικότητα δεν υπάρχουν πειραματικά αποτελέσματα που να υποστηρίζουν τη γεωμετρική θεωρία. Επίσης έχει αποδειχθεί πως οι αλλαγές στην φυσιολογία του ακτινωτού μυ (αν και υφίστανται) παίζουν πολύ μικρό ρόλο στην πρεσβυωπία και συμβαίνουν σε μεγάλες ηλικίες.

3. Πολυπαραγοντικές θεωρίες

Οι λεγόμενες πολυπαραγοντικές θεωρίες συνδυάζουν τις παραπάνω θεωρίες προκειμένου να μπορέσουν να εξηγήσουν την πρεσβυωπία. Παρόλα αυτά δεν έχει μέχρι σήμερα διευκρινισθεί αν οι μεταβολές στον ακτινωτό μυ και τον κρυσταλλοειδή φακό συμβαίνουν ταυτόχρονα ή οι μεν είναι συνέπεια των δε. Στον ανθρώπινο οφθαλμό, ο φακός χάνει την ελαστικότητα του, ενώ η κίνηση του ακτινωτού μυός κατά την διάρκεια της προσαρμογής μειώνεται με την πάροδο της ηλικίας. Είναι πιθανό ότι ο κρυσταλλοειδής φακός γίνεται λιγότερο ελαστικός διότι ο ακτινωτός μυς χάνει την δυνατότητα του να αλληλεπιδράσει με αυτόν.

Επίσης είναι πιθανό ότι η κίνηση του ακτινωτού μυός μειώνεται από την αδυναμία μεταβολής του κρυσταλλοειδούς φακού λόγω μειωμένης ελαστικότητας του. Είναι επίσης πιθανό ότι όλες οι ηλικιακές μεταβολές που αναφέρθηκαν προηγουμένως να συμβαίνουν ταυτόχρονα υποδηλώνοντας μία ενιαία «αποτυχία του συστήματος προσαρμογής». Τελικά με τα μέχρι σήμερα στοιχεία, οι πρωταρχικές μεταβολές που συντελούν στην εμφάνιση της πρεσβυωπίας είναι η μείωση της ελαστικότητας του κρυσταλλοειδούς φακού και η μειωμένη δυνατότητα κίνησης του ακτινωτού μυός.

3.2 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑΣ

Εφόσον η πρεσβυωπία είναι μια πάθηση από την οποία οι περισσότεροι άνθρωποι κάποια στιγμή θα υποφέρουν, έχουν αναπτυχθεί πολλοί τρόποι και διαδικασίες προκειμένου να αντιμετωπιστεί. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι όλες οι διαδικασίες και όλα τα μέσα αντιμετώπισης, αυτό που διορθώνουν είναι το διαθλαστικό σφάλμα το οποίο δημιουργεί η πρεσβυωπία και όχι αυτή καθ' εαυτή την πάθηση. Δυστυχώς μέχρι σήμερα δεν έχει βρεθεί κάποιος τρόπος να αποτραπεί η εξέλιξη της πρεσβυωπίας.

3.2.1 ΜΗ ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.2.1.1. Οφθαλμικοί φακοί

Η διόρθωση με γυαλιά είναι ο πιο συνηθισμένος, εύκολος και ακίνδυνος τρόπος διόρθωσης της πρεσβυωπίας. Οι αμέτρωτες είναι αναγκαίο να φοράνε γυαλιά, διότι χωρίς αυτά δε βλέπουν, κουράζονται, έχουν ζαλάδες, πονοκέφαλο και πολλές φορές αισθάνονται βάρος στα μάτια.

3.2.1.1.1. Μονοεστιακά γυαλιά ανάγνωσης

Μια εύκολη και οικονομική λύση για τα άτομα με πρεσβυωπία είναι τα γυαλιά ανάγνωσης, γνωστά και ως ημισέλινα. Λέγονται έτσι λόγω του στενού και μακρόστενου σχήματος του σκελετού τους. Απευθύνονται σε όσους δεν έχουν κάποια διαθλαστική ανωμαλία (μυωπία, αστιγματισμό, υπερμετροπία) ή και για αυτούς οι οποίοι χρησιμοποιούν φακούς επαφής για να διορθώσουν τις αμετροπίες τους. Ο πρεσβύωπας τα φοράει χαμηλά στη μύτη, ώστε όταν θέλει να διαβάσει κάτι να χαμηλώνει το βλέμμα και να βλέπει μέσα από αυτά, αλλά να μπορεί ανεβάζοντας το βλέμμα, να μπορεί να βλέπει σε μακρινές αποστάσεις πάνω από αυτά.



Εικόνα 11: Μονοεστιακά γυαλιά ανάγνωσης

3.2.1.1.2. Διπλεστικά γυαλιά οράσεως

Οπρεσβύωπας αν έχει διαφορετική συνταγή για μακριά και κοντά, μπορεί να επιλέξει την κατασκευή διπλεστικών γυαλιών. Ο φακός χωρίζεται σε δύο μέρη με μία εμφανή γραμμή λίγο πιο κάτω από το κέντρο του, αν και στις μέρες μας κυκλοφορούν με διάφανη διαχωριστική γραμμή. Το πάνω μέρος έχει την μακρινή διόρθωση ενώ το κάτω την κοντινή. Το σημείο της κοντινής ονομάζεται “παραθυράκι” και κάνει το αποτέλεσμα να υστερεί αισθητικά. Τα διπλεστικά γυαλιά δεν δυσκολεύουν τον πρεσβύωπα στην προσαρμογή, παρά μόνο στη απότομη μετάβαση από την μακρινή στην κοντινή διόρθωση. Το προτιμούν κυρίως ηλικιωμένοι πρεσβύωπες που φοβούνται να φορέσουν πολυεστιακά γυαλιά άτομα που δεν τους ενδιαφέρουν οι ενδιάμεσες αποστάσεις, ενώ το κόστος κατασκευής τους είναι σχετικά χαμηλό.

Σήμερα, τα διπλεστικά γυαλιά ανάλογα με τον τρόπο της κατασκευής τους χωρίζονται σε χωνευτά (fused) και μονοκόμματα (one-piece). Τα πρώτα, έχουν ενσωματωμένο στο διορθωτικό φακό, ένα μικρό γυάλινο φακό με υψηλό δείκτη διάθλασης, τοποθετημένο στο πρόσθιο μέρος, χαμηλά. Το σημείο αυτό έχει την ζητούμενη επιπλέον σφαιρική διόρθωση για την πρεσβυωπία. Αντίθετα, τα μονοκόμματα διπλεστικά, αποτελούνται από ένα κομμάτι διορθωτικού φακού το οποίο όμως έχει διαφορετικές σφαιρικές κυρτότητες στην άνω και κάτω περιοχή. Τα διπλεστικά διακρίνονται επίσης σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το σχεδιασμό που έχει η κάτω περιοχή τους. 1) flat-top, 2) round-top και 3) executive. Στα

διπλεστικά γυαλιά η διαχωριστική γραμμή μεταξύ μακρινού και κοντινού τμήματος τοποθετείται στο ύψος του κάτω βλεφαρικού χείλους.

Κατά την κάθετη βλεμματική κίνηση του οφθαλμού, κατά μήκος του οπτικού άξονα ο διοπτροφόρος αντιλαμβάνεται μια αναπήδηση της εικόνας προς τα πάνω στο σημείο εναλλαγής της διόρθωσης. Αυτό συμβαίνει λόγω της πρισματικής δράσης στο σημείο του φακού, αμέσως κάτω από τη διαχωριστική γραμμή. Η πρισματική δράση στο σημείο αυτό είναι ανάλογη της διαθλαστικής δύναμης του κάτω τμήματος και της απόστασης του οπτικού κέντρου από τη διαχωριστική γραμμή. Το φαινόμενο αυτό δεν εξαρτάται από την μακρινή διόρθωση, την ισχύ του κύριου φακού και τη θέση του οπτικού κέντρου για μακριά. Η αναπήδηση αυξάνεται καθώς αυξάνεται η απόσταση από την κορυφή της κάτω περιοχής έως το οπτικό της κέντρο. Στα διπλεστικά τύπου round-top, όπου το οπτικό κέντρο απέχει πολύ από τη διαχωριστική γραμμή και η διάμετρός τους αυξάνεται, το οπτικό άλμα είναι σημαντικό, ενώ στα flat-top όπου το οπτικό κέντρο είναι πολύ κοντά στη διαχωριστική γραμμή, το οπτικό άλμα είναι αμελητέο.



Εικόνα 12: Διπλεστικά γυαλιά οράσεως.

3.2.1.1.3 Πολυεστιακά γυαλιά οράσεως

Η εμφάνιση της πρεσβυωπίας είναι αναπόφευκτη, καθώς είναι μια φυσική εξέλιξη του οργανισμού, η οποία χρήζει αντιμετώπισης. Ο καλύτερος τρόπος όπως έχει δείξει ο χρόνος είναι τα πολυεστιακά γυαλιά, τα οποία όλο και περισσότεροι χρήστες ανά τον κόσμο δείχνουν να τα προτιμούν. Όπως προδίδει η ονομασία τους, οι πολυεστιακοί οφθαλμικοί φακοί είναι φακοί με πολλές εστίες όρασης, για μακρινές, μεσαίες και κοντινές αποστάσεις, οι οποίες ενώνονται ομαλά και προοδευτικά μεταξύ τους, χωρίς διαχωριστικές γραμμές. Το γεγονός αυτό προκαλεί προς τα πλάγια του κάτω τμήματος σημαντικές αστιγματικές παραμορφώσεις. Η πρόσθια επιφάνεια του πολυεστιακού φακού αποτελείται από ένα σύνολο ασφαιρικών καμπυλοτήτων, ενώ η οπίσθια καθορίζει τη μακρινή διόρθωση. Οι φακοί μπορεί να είναι είτε γυάλινοι είτε οργανικοί.



Εικόνα 13: Όραση με πολυεστιακά γυαλιά οράσεως.

Ο πρεσβύωπας βλέπει βέλτιστα σε όλες τις αποστάσεις, με τη χρήση ενός σκελετού, διευκολύνοντας την καθημερινότητά του και όλες τις δραστηριότητές του. Πέραν της άριστης όρασης, προσφέρουν και τέλειο αισθητικό αποτέλεσμα,

αφού δεν υπάρχει διαχωριστική γραμμή όπως στα διπλεστικά. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας έχουν εξελιχθεί και προσαρμοστεί με μεγάλη ακρίβεια στη φυσική διαδικασία της όρασης.

Μέτρα για πολυεστιακά γυαλιά

Μετά την επιλογή του σκελετού ο οπτικός θα πρέπει να πάρει μέτρα από τον πρεσβύωπα ώστε να υλοποιήσει τη συνταγή του πολυεστιακού γυαλιού. Ο πρεσβύωπας και ο οπτικός θα πρέπει να είναι σε αντικριστή θέση και τα μάτια τους να βρίσκονται στο ίδιο ύψος προκειμένου να γίνει η μέτρηση της διακορικής απόστασης για μακριά. Ο οπτικός ζητάει από τον ασθενή πρώτα να τον κοιτάξει στο δεξί μάτι, σημειώνει το κέντρο του αριστερού ματιού του πάνω στη ζελατίνα του σκελετού και στη συνέχεια αφού του έχει ζητήσει να τον κοιτάξει στο μάτι, σημειώνει το κέντρο του δεξιού οφθαλμού του πρεσβύωπα. Για την κοντινή διακορική, ενώ ακόμα ο οπτικός και ο πρεσβύωπας βρίσκονται αντικριστά, ζητείται από τον ασθενή να κοιτάξει ανάμεσα στα μάτια του οπτικού και σημειώνονται τα κέντρα του κοντινού πεδίου.

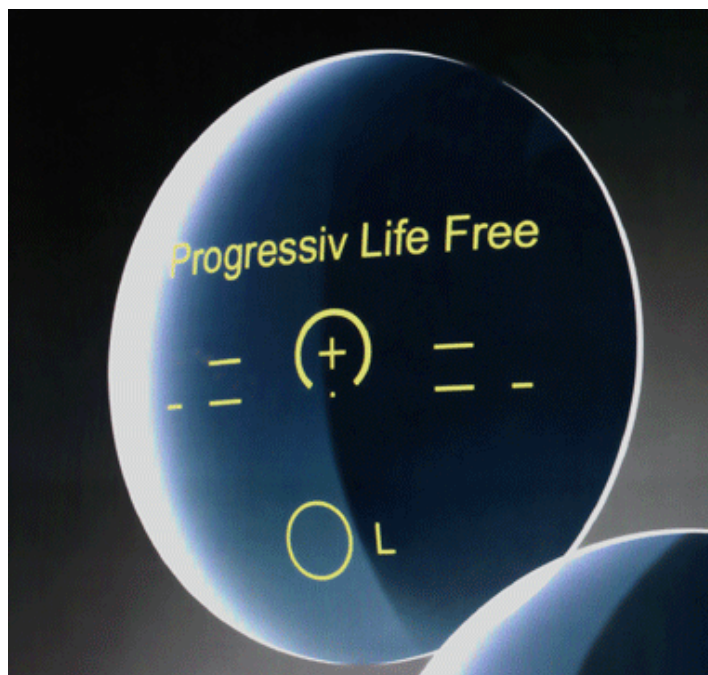
Κυκλοφορούν διάφοροι τύποι πολυεστιακών φακών στην αγορά, οι οποίοι διαφέρουν ως προς τη γεωμετρία κατασκευής τους, την καθαρότητα και το πάχος τους. Η κατασκευή των οφθαλμικών φακών πρέπει να έχει την κατάλληλη λεπτονση, ώστε να μην έχουν ιδιαίτερο πάχος, διότι όσο πιο χοντρά είναι, τόσο περισσότερες πρισματικές εκτροπές δημιουργούνται, με αποτέλεσμα την κακή περιφερική όραση.

Στην επιφάνεια των πολυεστιακών οφθαλμικών φακών υπάρχουν κάποια τυπωμένα σύμβολα, τα οποία χρησιμεύουν στην τοποθέτηση του φακού στο σκελετό. Μερικά σβήνονται μετά την τοποθέτηση ενώ άλλα όχι, αφού βοηθούν στην μέτρηση και ανακατασκευή των σημείων αναφοράς και στον προσδιορισμό του οριζόντιου άξονα του φακού.

Τα προσωρινά σύμβολα είναι:

- α) Ο σταυρός επικέντρωσης κατά τη μακρινή όραση. Πάνω στο σταυρό τοποθετείται το κέντρο της κόρης καθώς το μάτι εστιάζει στο άπειρο.

- β) Ένα κεντρικό στίγμα, το οποίο είναι τοποθετημένο ανάλογα με τον τύπο του φακού, 2-6 mm κάτω από το σταυρό επικέντρωσης. Αποτελεί το οπτικό κέντρο του φακού και εκεί εφαρμόζεται το πρίσμα.
- γ) Ένας κύκλος, ο οποίος παριστάνει το σημείο μέτρησης της κοντινής δύναμης. Η απόσταση αυτού του κύκλου από το σταυρό αντιστοιχεί στο μήκος της προοδευτικής ζώνης.
- δ) Ο κύκλος πάνω στο σταυρό επικέντρωσης αποτελεί το σημείο μέτρησης της μακρινής διόρθωσης.
- ε) Οι οριζόντιες γραμμές βοηθούν στην τοποθέτηση του φακού στη σωστή θέση πάνω στο σκελετό.



Εικόνα 14: Προσωρινά σύμβολα πολυεστιακού φακού.

Τα μόνιμα χαραγμένα σύμβολα είναι:

- α) Δύο μικρά σημεία που βρίσκονται στην οριζόντια γραμμή του οπτικού κέντρου και απέχουν συμμετρικά από αυτό 17 mm βοηθούν στην οριζόντια και κάθετη εύρεση της επικέντρωσης του φακού.
- β) Ο τύπος του πολυεστιακού και ο δείκτης διάθλασης του υλικού αναγράφονται κάτω από το ρινικό σημείο.
- γ) Η δύναμη της κοντινής διόρθωσης βρίσκεται κάτω από το κροταφικό σύμβολο.

Συγκλίνον σημείο κοντινής όρασης

Για καλύτερη κοντινή όραση, τα κοντινά κέντρα, είναι παρεκτοπισμένα ρινικά ώστε να συμπίπτουν τα κοντινά πεδία όρασης των δύο ματιών κατά τη σύγκλιση.

Τα πολυεστιακά, από λειτουργική άποψη υστερούν κατά τις οριζόντιες κινήσεις των οφθαλμών, όπου δημιουργούνται οπτικές παραμορφώσεις, ενώ το οπτικό πεδίο της όρασης είναι αρκετά περιορισμένο. Οι οπτικές παραμορφώσεις ή αλλιώς εκτροπές, γίνονται όλο και πιο μεγάλες όσο μεγαλώνει το addition λόγω της απότομης διαφοράς των διοπτριών.

Σε σχέση με τους φακούς μονής εστίασης και τους διπλεστιακούς, τα πολυεστιακά προσφέρουν αδιάκοπη και ομαλή όραση από μακριά ως κοντά. Παρέχουν συνεχή υποστήριξη για όλες τις αποστάσεις, δηλαδή ο οφθαλμός μπορεί να βρεί το σημείο στην προοδευτική ζώνη όπου η ισχύς είναι κατάλληλη για μια συγκεκριμένη απόσταση. Επίσης προσφέρουν χωρική αντίληψη, λόγω της σταδιακής εξέλιξης των διοπτριών, γεγονός που δεν πραγματοποιούν πλήρως οι μονοεστιακοί και ιδίως οι διπλεστιακοί εξ αιτίας της διαχωριστικής γραμμής ανάμεσα στη μακρινή και κοντινή διόρθωση.

Με την πάροδο της τεχνολογίας, η κατασκευή και ο σχεδιασμός των πολυεστιακών (όπως θα αναφέρουμε πιο αναλυτικά στο κεφάλαιο για την εξέλιξη των πολυεστιακών) τους έχει εξελιχθεί. Δηλαδή, κυκλοφορούν πολυεστιακά γυαλιά για μεσαίες και κοντινές αποστάσεις που προσφέρουν ευρύτερο πεδίο μέσης και κοντινής όρασης και είναι κατάλληλα για γενική χρήση και ειδικότερα για εργασία στον υπολογιστή ή για εσωτερικούς χώρους.

Απαιτείται ακρίβεια και χρόνος για την χορήγηση ενός σωστού πολυεστιακού γυαλιού. Βασική προϋπόθεση είναι η σωστή συνταγή και η εύρεση του σωστού addition. Σε περίπτωση ύπαρξης αστιγματισμού, είναι υποχρεωτική η διόφθαλμη μείωσή του.

Τεχνολογία FREEFORM πολυεστιακών οφθαλμικών φακών

“ Με την ορολογία free-form εννοούμε την τεχνολογία που χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια υψηλής ακρίβειας μέθοδο κατασκευής εξαιρετικά πολύπλοκων οφθαλμικών επιφανειών. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιεί μια σειρά

κωδικοποιημένων ψηφιακών πληροφοριών, οι οποίες καθοδηγούν ένα υψηλής ευκρίνειας διαμάντι κοπής με συγκεκριμένη ταχύτητα σε 40.000 διαφορετικά σημεία μιας ακατέργαστης οφθαλμικής επιφάνειας, πολυπλοκότητας. Με αυτή την τεχνολογική εξέλιξη επιτεύχθηκε η ικανότητα κατασκευής πολυεστιακών οφθαλμικών φακών που προσαρμόζονται ακριβώς στις ανάγκες και απαιτήσεις του κάθε πρεσβύωπα. Οι παράμετροι εφαρμόζονται στο τέλος της κατασκευής του φακού ανάλογα με το σκελετό, το πρόσωπο, τη συνταγή και τις καθημερινές συνήθειες του κάθε χρήστη.

Πλεονεκτήματα free-form

Η τεχνολογία free-form παρέχει

- άριστη ευκρίνεια και ποιότητα όρασης
- μέγιστα πεδία όρασης
- ευκολία στην προσαρμογή
- ξεκούραστη όραση”

(<http://:peoo.gr/page/default.asp?id=25&ap=9&pl=15&pl=45>, Παναγιώτης Καλλίνικος Οπτικός - Οπτομέτρης)

3.2.1.2 Φακοί επαφής

Μπορούν επίσης να δημιουργηθούν φακοί επαφής (μονοεστιακοί, διπλεστιακοί ή πολυεστιακοί) ώστε να μην υπάρχει ανάγκη χρήσης γυαλιών. Βέβαια αυτό σημαίνει ότι ίσως χρειάζονται γυαλιά για τις μακρινές παρατηρήσεις.



Εικόνα 15: Εφαρμογή φακού επαφής.

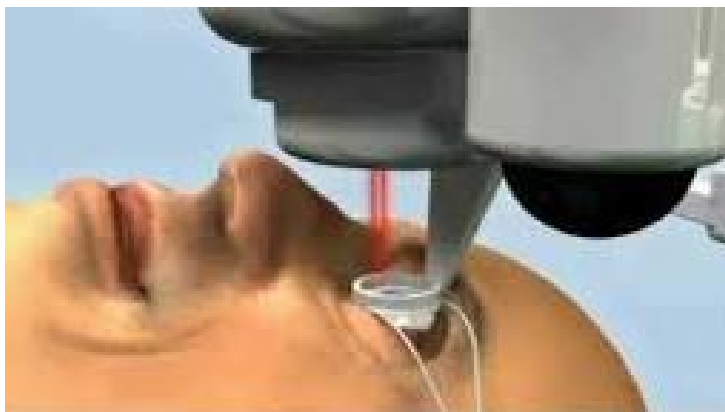
3.2.2 ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.2.2.1 Monovision - Μονοόραση

Η διαδικασία Monovision στην ουσία είναι η διόρθωση του μη επικρατούντος οφθαλμού σε κοντινή απόσταση (40 – 60 cm, απόσταση διαβάσματος) και του επικρατούντος οφθαλμού σε μακρινή απόσταση (>6 m). Αυτή η διόρθωση πριν εφαρμοστεί πρέπει πρώτα να εξεταστεί εάν ο ασθενής την ανέχεται και δεν έχει προβλήματα ζάλης, έλλειψης ισορροπίας και προσανατολισμού. Έτσι ο ασθενής πρώτα περνάει από ένα τεστ ανοχής και στη συνέχεια αποφασίζει εάν θα συνεχίσει στην διόρθωση Monovision. Αυτή η διόρθωση μπορεί να γίνει και μη επεμβατικά με φακούς επαφής, όπου ο ένας διορθώνει κοντά και ο άλλος μακριά. Όμως τα τελευταία χρόνια μπορεί να γίνει και επεμβατικά με ενδοφακούς, ενθέματα και με τεχνικές εφαρμογών Laser όπως το Excimer Laser και το Femtosecond Laser.

3.2.2.2 IntraocularLenses (IOL) – Ενδοφθάλμιοι φακοί

Οι ενδοφθάλμιοι φακοί δημιουργήθηκαν προκειμένου να αντικαθιστούν τον κρυσταλλοειδή φακό του οφθαλμού όταν αυτός πρέπει να αφαιρεθεί. Αυτό συμβαίνει σε περιπτώσεις καταρράκτη κυρίως αλλά ταυτόχρονα μπορούν να διορθώσουν και την πρεσβυωπία. Γι' αυτόν το λόγο, υπάρχει μεγάλη εξέλιξη στους ενδοφακούς: μονοεστιακοί, διπλεστιακοί, πολυεστιακοί, προσαρμοστικοί ενδοφακοί από διάφορα είδη πολυμερικών υλικών και σιλικόνων. Η διαδικασία ένθεσης γίνεται μέσω μιας μικρής τομής στον κερατοειδή. Γίνεται τομή και ρήξη του πρόσθιου περιφακίου (πρόσθια καψουλόρηξη) και τεμαχισμός του καταρρακτικού φακού σε μικρά κομμάτια με χρήση υπερήχων. Στη συνέχεια γίνεται αναρρόφηση του τεμαχισμένου φακού και ένθεση του ενδοφακού μέσω ειδικού συριγγίου, το οποίο εισάγει τον φακό αναδιπλωμένο και μετά αυτός παίρνει το κανονικό του σχήμα. Τα τελευταία χρόνια για την τομή στον κερατοειδή και τον τεμαχισμό του κρυσταλλοειδούς φακού γίνεται χρήση Femtosecond Laser το οποίο προσφέρει μεγάλη ακρίβεια και άνεση σε όλη την χειρουργική διαδικασία.



Εικόνα 16: Εφαρμογή ενδοφθάλμιου φακού.

3.2.2.3 Σκληρικά ενθέματα και σκληρικές τομές

Μια ακόμη μέθοδος που στηρίζεται πάνω στις θεωρίες του Schachar είναι τα σκληρικά ενθέματα και οι τομές στον σκληρό χιτώνα προκειμένου να αποκατασταθεί η σωστή λειτουργία του ακτινωτού σώματος με τον κρυσταλλοειδή φακό.

3.2.2.4 PresbyLasik

Οι εφαρμογές των Excimer Lasers είναι πλέον πολύ γνωστές και διαδεδομένες στον χώρο της διαθλαστικής χειρουργικής. Χρησιμοποιούνται ευρέως σε μια σειρά επεμβάσεων διόρθωσης αμετροπιών όπως μυωπία, πρεσβυωπία και αστιγματισμός με σχεδόν αλάνθαστα αποτελέσματα. Τα ίδια Lasers μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διορθώσουν την πρεσβυωπία σε συνδυασμό με την τεχνική Monovision. Ο μη επικρατών οφθαλμός διορθώνεται σε κοντινή απόσταση για μικρή διάμετρο κόρης και σε μακρινή απόσταση για μεγάλη διάμετρο, ενώ ο επικρατών είναι διορθωμένος για μακριά (είτε με χρήση φακού επαφής είτε με εφαρμογή Laser εφόσον χρειάζεται διόρθωση).

3.2.2.5 IntraCOR (Intrastromal presbyopia Correction)

Μια νέα μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται για την διόρθωση της πρεσβυωπίας είναι η ονομαζόμενη IntraCOR. Σε αυτήν τη μέθοδο γίνεται εφαρμογή παλμών Femtosecond Laser εντός του στρώματος του κερατοειδούς (του μη επικρατούντος οφθαλμού) σε διάταξη ομόκεντρων δακτυλίων με κέντρο τον άξονα της όρασης. Αυτές οι ενδοκερατοειδικές τομές χαλαρώνουν τον κερατοειδή ο οποίος λόγω της ενδοφθάλμιας πίεσης σπρώχνεται ελάχιστα προς τα έξω, δημιουργώντας ένα μυωπικό φαινόμενο στον οφθαλμό.

3.2.2.6 Ενδοκερατοειδικά ενθέματα

Τα ενδοκερατοειδικά ενθέματα είναι μια καινούργια μέθοδος αντιμετώπισης των διαθλαστικών προβλημάτων που προκαλεί η πρεσβυωπία. Αυτά τα ενθέματα τοποθετούνται στο στρώμα του κερατοειδούς (σε βάθος 200 – 400 μm) και με κέντρο τον άξονα όρασης ή την γραμμή όρασης που περνά από το κέντρο της κόρης. Έχουν διάμετρο περίπου 3 mm και πάχος μεταξύ 30 – 40 μm, και χωρίζονται σε δυο κατηγορίες: τα περιθλαστικά και τα διαθλαστικά ενθέματα. Τα περιθλαστικά ενθέματα είναι αυτά τα οποία είναι φτιαγμένα από υλικό που δεν διαθλά το φως και φέρουν μια μικρή οπή στο κέντρο τους. Αυτά στηρίζονται στο φαινόμενο της περίθλασης του φωτός μέσω της μικρής κόρης εισόδου που έχουν. Όπως είναι γνωστό από την οπτική, μικρή κόρη εισόδου δημιουργεί μεγάλο βάθος πεδίου οπότε ο οφθαλμός είναι προσαρμοσμένος τόσο σε κοντινούς στόχους όσο και σε μακρινούς. Τα διαθλαστικά ενθέματα είναι στην ουσία θετικοί φακοί οι οποίοι διαθλούν το φως και έχουν τους αντίστοιχους βαθμούς που χρειάζεται ο ασθενής ώστε να μπορεί να διαβάσει και να εργάζεται σε κοντινή απόσταση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΟΙ ΦΑΚΟΙ

4.1 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΩΝ ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΩΝ ΦΑΚΩΝ

Σε σύγκριση με τους φακούς μονής όρασης και τους διπλεστικούς, οι πολυεστιακοί φακοί προσφέρουν στον πρεσβύωπα τα ακόλουθα πλεονεκτήματα: Συνεχή όραση από μακριά έως κοντά: οι φακοί μονής όρασης προσφέρουν ένα πεδίο καθαρής όρασης μόνο στην κοντινή περιοχή ενώ οι διπλεστικοί σχεδιασμοί, με την απότομη αλλαγή της ισχύος τους, δημιουργούν δυο πεδία, ένα για μακρινή και ένα για κοντά.

Στα πρώτα στάδια της πρεσβυωπίας (addition μικρότερο του 1.50 D), τα άτομα τα οποία φορούν φακούς μονής όρασης και διπλεστικούς μπορούν να συνεχίζουν να έχουν καθαρή όραση στις αποστάσεις αυτές. Ένα χαμηλό addition για το διάβασμα, μαζί με το υπόλοιπο εύρος της προσαρμογής, τους παρέχει τη δυνατότητα καθαρής όρασης στα πλαίσια του πεδίου αυτού. Από την άλλη πλευρά, στα μετέπειτα στάδια της πρεσβυωπίας (addition πέραν των 2.00 D), η καθαρή ενδιάμεση όραση δεν είναι πλέον δυνατή επειδή το υπόλοιπο εύρος της προσαρμογής είναι πολύ μικρό, και το addition για διάβασμα πολύ μεγάλο, ώστε να παρέχει καθαρή όραση στις αποστάσεις αυτές. Μόνο οι πολυεστιακοί φακοί επιτρέπουν άνετη όραση σε όλες τις ενδιάμεσες αποστάσεις.

Συνεχής υποστήριξη για προσαρμογή προσαρμοσμένη για όλες τις αποστάσεις: με έναν πολυεστιακό φακό το μάτι μπορεί να βρει μια περιοχή στην προοδευτική ζώνη όπου ισχύς είναι η σωστή για την συγκεκριμένη απόσταση όρασης. Στην περίπτωση του μονοεστιακού φακού διαβάσματος, η όραση είναι δυνατή μόνο για κοντά. Με τον διπλεστικό φακό το μάτι θα πρέπει να αυξήσει και στη συνέχεια να χαλαρώσει την προσαρμοστική του προσπάθεια καθώς περνά από την ενδιάμεση ζώνη.

Η συνεχής χωρική αντίληψη επιτυγχάνεται από την προοδευτική αλλαγή της ισχύος του φακού. Οι μονοεστιακοί φακοί δεν παρέχουν πραγματική χωρική αντίληψη επειδή περιορίζουν την όραση μόνο στο κοντινό πεδίο. Οι διπλεστικοί χωρίζουν το πεδίο στα δυο ενώ αλλάζουν την αντίληψη

καθώς οι οριζόντιες και οι κάθετες γραμμές εμφανίζονται διακεκομμένες και παράγουν μια μεταπήδηση της εικόνας στη διαχωριστική γραμμή μεταξύ των μακρινών και κοντινών περιοχών.

4.2 ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

4.2.1 Ο οφθαλμικός φακός ως ένα οπτικό σύστημα

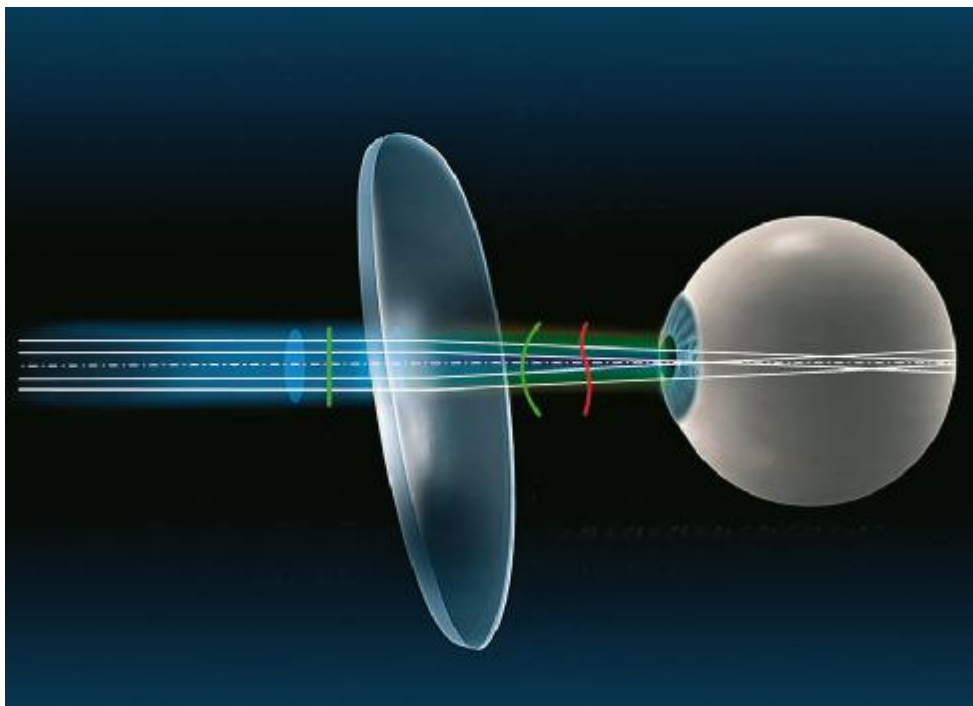
Ένας οφθαλμικός φακός είναι ένα οπτικό σύστημα σχεδιασμένο για τον σχηματισμό ειδώλων των αντικειμένων στο απώτερο σημείο της σφαίρας του ματιού. Αυτή η φανταστική σφαίρα είναι συναρμοσμένη με τον αμφιβληστροειδή χιτώνα του μη-προσαρμοσμένου ματιού καθώς περιστρέφεται γύρω από το πεδίο. Αντί να είναι καθαρή, η εικόνα ενός αντικειμένου που σχηματίζεται στη σφαίρα αυτή είναι συνήθως θολή ως αποτέλεσμα ποικίλων εκτροπών του φακού. Για τη μέτρηση της ποιότητας της εικόνας οποιουδήποτε αντικειμένου, ο σχεδιαστής ανιχνεύει μια δέσμη επιλεγμένων ακτινών που εισέρχονται στην κόρη του ματιού αφού πρώτα περάσουν μέσα από το φακό, και υπολογίζει τις τομές τους με το ακραίο σημείο της σφαίρας του ματιού. Η ποιότητα της εικόνας προσδιορίζεται από τη διάμετρο του θολού στίγματος που σχηματίζεται στη σφαίρα αυτή. Οι σχεδιαστές φακών προσπαθούν να βελτιώσουν την ποιότητα της εικόνας ελέγχοντας τις οπτικές εκτροπές του φακού με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

Στη συνέχεια, οι σχεδιαστές εξετάζουν την ποιότητα της εικόνας που σχηματίζεται στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Για να το πετύχουν αυτό θα πρέπει να παράγουν ένα οπτικό μοντέλο τα χαρακτηριστικά του οποίου θα πρέπει να προσομοιώνονται με τους φακούς των γυαλιών πρόσθετα στο μάτι. Παρότι οι παράμετροι των φακών μπορεί να είναι με ακρίβεια γνωστοί, αυτοί του ματιού είναι δύσκολο να προσδιοριστούν. Είναι αναγκαία η γνώση της ισχύος του κερατοειδούς χιτώνα και το κρυσταλλοειδούς φακού, των σχετικών τους θέσεων (το βάθος των θαλάμων και το μήκος του ματιού) και των δεικτών διάθλασης των διαφόρων διαφανών μέσων που διαθέτει το ανθρώπινο μάτι. Ο μέσος όρος των δεδομένων χρησιμοποιείται για τη λήψη των λεπτομερειών για το μέσο μοντέλο

ματιού. Η θέση και η κλίση του φακού μπροστά από το μάτι θα πρέπει επίσης να συμπεριλαμβάνεται στον υπολογισμό, καθώς και πληροφορίες όπως η απόσταση vertex και οι παντοσκοπικές και πρόσθιες διεδρες γωνίες (κλίση μετώπης). Όταν όλες οι πληροφορίες γίνουν γνωστές, το οπτικό σύστημα που αποτελείται τόσο από το φακό των γυαλιών όσο και από το μάτι μπορούν να αναλυθούν για τη λήψη των οπτικών τους χαρακτηριστικών.

4.2.1.2 Τεχνολογία μετώπου κύματος:

Η τεχνική αυτή αναλύει τις κυματικές επιφάνειες του φωτός που περνούν διαμέσου του φακού. Η βασική αρχή, για κάθε κατεύθυνση του βλέμματος, είναι η λήψη του πλέον δυνατο κανονικού κυματικού σχήματος, πριν την είσοδο της δέσμης στην κόρη του ματιού. Πρακτικά, η κυματική επιφάνεια αναλύεται στο άθροισμα των στοιχειωδών κυμάτων, το πρώτο από τα οποία είναι η συνταγή του χρήστη ενώ οι ακόλουθοι όροι αντιπροσωπεύουν τις οπτικές εκτροπές (βλέπε Εικόνα 17).



Εικόνα 17: Τεχνολογία μετώπου κύματος.

Στη συνέχεια το σχήμα των επιφανειών του φακού τροποποιείται ώστε να ελέγχει και να ελαχιστοποιεί τις εκτροπές αυτές σύμφωνα με τις οπτικές απαιτήσεις του χρήστη. Η τεχνολογία αυτή έχει εφαρμοστεί για πρώτη φορά στο σχεδιασμό του φακού “VariluxPhysio” (αναφέρεται στη συνέχεια).

4.2.1.3 Λογισμικό βελτιστοποίησης και Συντελεστής Αξίας

Οι σχεδιαστές φακών δεν μπορούν να δημιουργήσουν βελτιστοποιημένα οπτικά συστήματα σε μια μόνο φάση. Αντ’ αυτού οι περισσότεροι σχεδιαστές χρησιμοποιούν μια επαναληπτική διαδικασία χρησιμοποιώντας λογισμικό βελτιστοποίησης. Στη διαδικασία αυτή, ο σχεδιαστής ορίζει ένα αρχικό οπτικό σύστημα και ένα «Συντελεστή Αξίας» που χρησιμοποιείται για τη βαθμολόγηση της εν γένει απόδοσης του οπτικού συστήματος. Μετά τη βαθμολόγηση του αρχικού οπτικού συστήματος, το λογισμικό βελτιστοποίησης υπολογίζει εκ νέου τις παραμέτρους του αναβαθμισμένου συστήματος. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι την επίτευξη ενός τελικού βελτιστοποιημένου οπτικού συστήματος.

Για κάθε σημείο, μια τιμή στόχος και ένα συγκεκριμένο βάρος αποδίδονται σε κάθε οπτικό χαρακτηριστικό, ισχύς, αστιγματισμός, πρισματικά στοιχεία και οι μεταβολές τους.

Η ιδέα του συντελεστή αξίας είναι μια κλασική μέθοδος που χρησιμοποιείται στη διαχείριση μεγάλου αριθμού μερικώς ασύμβατων περιορισμών. Ο συντελεστής αξίας που εφαρμόζεται στους οφθαλμικούς φακούς συνδέει τις φυσιολογικές απαιτήσεις με τους υπολογισμούς των φακών.

4.2.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΩΝ ΦΑΚΩΝ

4.2.2.1 Ειδικές οπτικές απαιτήσεις ενός πολυεστιακού φακού

Τα οπτικά χαρακτηριστικά ενός πολυεστιακού φακού ορίζονται από την οπτική φυσιολογία και τη συμπεριφοράστιάσης του χρήστη, όπως αυτά

καθορίζονται από κλινικά πειράματα. Θα μπορούσαν να χωριστούν σε δυο κατηγορίες:

- χαρακτηριστικά που θα πρέπει να σέβονται αυστηρά τις καθορισμένες τιμές
- χαρακτηριστικά που θα πρέπει να διατηρούνται κάτω από δοσμένα όρια.

α) Απαιτήσεις προόδου ισχύος

Η πρωταρχική λειτουργία ενός πολυεστιακού φακού είναι να αποκαταστήσει την κοντινή και ενδιάμεση όραση ενώ θα διατηρεί καθαρή τη μακρινή. Οι σχεδιαστές φακών θα πρέπει να σέβονται τις δυνάμεις της μακρινής και κοντινής όρασης αλλά να διαθέτουν τη δυνατότητα περισσότερης ελευθερίας στον ορισμό της προόδου, ειδικά:

- Την κάθετη οριοθέτηση της περιοχής κοντινής όρασης: φυσιολογικές θεωρήσεις όπως είναι η κινητικότητα των έξω- βολβικών μυών, ή, το περιορισμένο πεδίο της διόφθαλμης συγχώνευσης στην κάτω βλεμματική θέση, απαιτούν υψηλή τοποθέτηση της περιοχής κοντινής όρασης του φακού. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση μιας βραχείας προοδευτικής ισχύος που, δυστυχώς, συνήθως έχει ως αποτέλεσμα άμεσες ποικίλες περιφερικές εκτροπές. Ένας καλός συμβιβασμός θα ήταν ο εντοπισμός της ζώνης κοντινής όρασης σε μια γωνία βλέμματος προς τα κάτω κατά περίπου 25°.

- Το προφίλ της προόδου ισχύος: μια κατάλληλη προοδευτική ισχύς κατά μήκος της μεσημβρινής γραμμής του φακού παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να ανιχνεύσει το πεδίο του αντικειμένου δίχως κουραστική κάθετη κίνηση της κεφαλής. Αυτό επιτυγχάνεται με το συνδυασμό του σχήματος του πολυεστιακού καναλιού με τον προσανατολισμό του κάθετου χωρόπτερου που σχετίζεται με τη φυσική κλίση του κοντινού υλικού.

- Οριζόντια (πλάγια) τοποθεσία της κοντινής περιοχής όρασης: μιας και το προφίλ της ισχύος έχει οριστεί, η τοποθέτηση του στο φακό θα πρέπει να προσαρμοστεί στη φυσική σύγκλιση των ματιών, την ισχύ του μακρινού πεδίου και την τιμή του addition για το διάβασμα. Η φυσιολογική σύγκλιση των οπτικών αξόνων όταν χαμηλώνει η κεφαλή για μια μέση απόσταση διαβάσματος ορίζει την προς τα έσω εσωκέντρωση της κοντινής ζώνης. Επίσης, η οπτική οξύτητα

μειώνεται με το πέρασμα του χρόνου και καθώς η πρεσβυωπία αυξάνει, τα άτομα τείνουν να κρατούν το υλικό ανάγνωσης πλησιέστερα προς τα μάτια σε σύγκριση με ό,τι έκαναν κατά την πρώιμη πρεσβυωπία, έτσι ώστε να έχουν κάποια μεγέθυνση της εικόνας που λαμβάνουν στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Ως συνέπεια, η ζώνη κοντινής όρασης θα πρέπει να εσωκεντρωθεί περισσότερο προς τα έσω με αυξημένο addition για κοντά. Τέλος, οι πρισματικές επιδράσεις του μακρινού τμήματος αλλάζουν τη θέση του κοντινού οπτικού σημείου έτσι ώστε να απαιτείται λιγότερη εσωκέντρωση για τους μύωπες και περισσότερη για τους υπερμέτρωπες.”

β) Απαιτήσεις οπτικής αντίληψης

Για την εξασφάλιση βέλτιστης απόδοσης της βοηθιακή όρασης, οι εκτροπές της εικόνας θα πρέπει να κρατούνται στον χαμηλότερο δυνατό βαθμό στην επιφάνεια του φακού και ειδικά στην περιοχή του μεσημβρινού άξονα. Στην περιοχή του κεντρικού φακού, προσοχή θα πρέπει να επιδειχθεί για την εξισορρόπηση της ισχύος, το αστιγματισμού και των κάθετων πρισματικών επιδράσεων μεταξύ του δεξιού και του αριστερού ματιού για την εξασφάλιση άνετης διόφθαλμης όρασης. Αυτό επιτυγχάνεται από τον ασύμμετρο σχεδιασμό της προοδευτικής επιφάνειας σε συνδυασμό με την ενδεδειγμένη τοποθέτηση του μεσημβρινού άξονα.

Στην περιφέρεια του φακού, που χρησιμοποιείται πρωτίστως στην έξω-βοηθιακή όραση, οι περιορισμοί ποιότητας της είναι λιγότερο απαιτητικοί ενώ ο έλεγχος των πρισματικών επιδράσεων είναι ύψιστης σημασίας. Η αντίληψη της κίνησης είναι ένας κρίσιμος παράγοντας στην εξέταση της περιφέρειας του φακού, όπου ο ρυθμός της μεταβολής των υπολειμματικών εκτροπών είναι περισσότερο σημαντική από την απόλυτη τιμή τους. Για την εξέταση των επιδράσεων των οφθαλμικών φακών στην περιφερική όραση, είναι αναγκαία η χρήση ενός διαφορετικού οφθαλμικού μοντέλου από αυτό που χρησιμοποιείται για την απόδοση της βοηθιακής όρασης. Υποτίθεται πως το μάτι βρίσκεται σε μια σταθερή θέση και κοιτάζει προς τα σημεία τομής των γραμμών επάνω σε ένα πλέγμα, από όλα τα σημεία του οποίου, ανιχνεύονται ακτίνες διαμέσου των δυο

επιφανειών του φακού και του κέντρου της κόρης του ματιού προς τον αμφιβληστροειδή. Εξετάζονται οι θέσεις των εικόνων του κάθε σημείου τομής επάνω στον αμφιβληστροειδή. Αυτό παρέχει πληροφορίες σχετικά με το τι συμβαίνει όταν ο διοπτροφόρος κινεί το κεφάλι του, δηλαδή, την απόδοση του φακού σε δυναμική όραση. Όλες οι παραπάνω οπτικές απαιτήσεις εισάγονται στο Συντελεστή Αξίας, και στη συνέχεια ενσωματώνονται στο λογισμικό βελτιστοποίησης σχεδιασμού του φακού.

4.2.2.2 Εξατομικευμένοι πολυεστιακοί φακοί:

Οι πρόσφατες εξελίξεις επεξεργασίας επιφανειών του φακού παρέχουν τη δυνατότητα ώστε οι πολυεστιακοί φακοί να παράγονται προσωπικά για κάθε χρήστη. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η ενσωμάτωση προσωπικών χαρακτηριστικών της συμπεριφοράς του κάθε χρήστη. Για παράδειγμα, η ιδιαίτερη σχέση μεταξύ των κινήσεων της κεφαλής και των ματιών ενός ατόμου όταν χρησιμοποιεί τα ενδιάμεσα και τα κοντινά πεδία, για τα οποία η διάσταση της κεντρικής περιοχής του φακού και η μαλακότητα της περιφέρειας μπορούν να ενσωματωθούν στο σχεδιασμό για κάθε διοπτροφόρο ξεχωριστά. (βλέπε λεπτομερή επεξήγηση του γνωρίσματος αυτού στο τμήμα VariluxIpsio®). Επιπλέον, είναι δυνατή η ενσωμάτωση χαρακτηριστικών σχετικών με την συνταγή, το κεντράρισμα και το ταίριασμα στον υπολογισμό ενός πολυεστιακού φακού.

4.2.3 Κλινικές μελέτες και ο «διοπτρικός κύκλος»

Κατόπιν της επεξεργασίας βελτιστοποίησης και υπολογισμού, η ομάδα σχεδιασμού – που αποτελείται από φυσιολόγους και μηχανικούς – προτείνουν διάφορα δοκιμαστικά σχέδια. Αυτά τα πρωτότυπα κατασκευάζονται και δοκιμάζονται με αυστηρές κλινικές δοκιμές «διπλής-τυφλής» έρευνας (ούτε ο διοπτροφόρος ούτε ο γιατρός γνωρίζουν την ακριβή φύση του υπό δοκιμή φακού). Το πρωτόκολλο που ακολουθείται κατά τη διάρκεια αυτών των δοκιμών είναι σχεδιασμένο ώστε να εξασφαλίζει τον αποκλεισμό οποιασδήποτε μεροληψίας

κατά τη διάρκεια της κλινικής εκτίμησης του κάθε σχεδιασμού. Οι έλεγχοι που είναι δομημένοι στη δοκιμή περιλαμβάνουν: εξασφάλιση ότι επιλέγεται ένας αντιπροσωπευτικός τυχαία επιλεγμένος πληθυσμός διοπτροφόρων, ο τύπος των γυαλιών που φορούσαν πριν είναι γνωστός, όπως είναι γνωστά επίσης, η σειρά και η χρονική διάρκεια κατά την οποία φοριούνται τα δοκιμαστικά γυαλιά, το υλικό των φακών, η επεξεργασία των φακών. Επίσης επαληθεύεται και η ακρίβεια του κεντραρίσματος των φακών. Διεξάγεται μια συγκριτική εκτίμηση των φακών από λεπτομερειακή ανάλυση των σχολίων και των παρατηρήσεων που γίνονται από τους χρήστες. Επίσης εκτελείται μια στατιστική ανάλυση. Τα αποτελέσματα προσδιορίζουν την καλύτερη πολυεστιακή επιφάνεια. Είναι σημαντικό να υπογραμμίσουμε ότι είναι πολύ δύσκολη, αν όχι αδύνατη, η καθιέρωση μιας επίσημης σχέσης ανάμεσα στα υπολογισμένα χαρακτηριστικά των φακών και την ικανοποίηση του χρήστη. Για το λόγο αυτό, η όλη καινοτομία θα πρέπει να επαληθεύεται συστηματικά διαμέσου της διαδικασίας που περιγράφεται ως ο «διοπτρικός κύκλος». Αυτός αποτελείται από τη μετάφραση των φυσιολογικών απαιτήσεων σε έναν υπολογισμέν σχεδιασμό από τον οποίο μια σειρά από πρωτότυπους φακούς θα μπορούσαν να κατασκευαστούν. Οι κατασκευασμένες επιφάνειες μετρούνται προσεκτικά για την επαλήθευση της συμμόρφωσης τους με τις προδιαγραφές του σχεδιασμού και στη συνέχεια υποβάλλονται σε κλινική δοκιμή από μια ομάδα χρηστών. Σε περίπτωση που η δοκιμή δείξει πως έχει προκύψει ένας ανώτερος σχεδιασμός (καλύτερη οπτική απόδοση, αυξημένη ικανοποίηση χρήστη) τότε ο νέος σχεδιασμός μπορεί να γίνει πραγματικότητα. Στην περίπτωση που η δοκιμή δεν δείξει ανώτερο σχεδιασμό τότε οι πληροφορίες που έχουν αποκτηθεί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εμπλουτισμό της γνώσης της σχεδιαστικής ομάδας και η δοκιμαστική διαδικασία μπορεί να ξαναρχίσει με την προσθήκη νέων πληροφοριών στον «διοπτρικό κύκλο».

4.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΦΑΚΩΝ

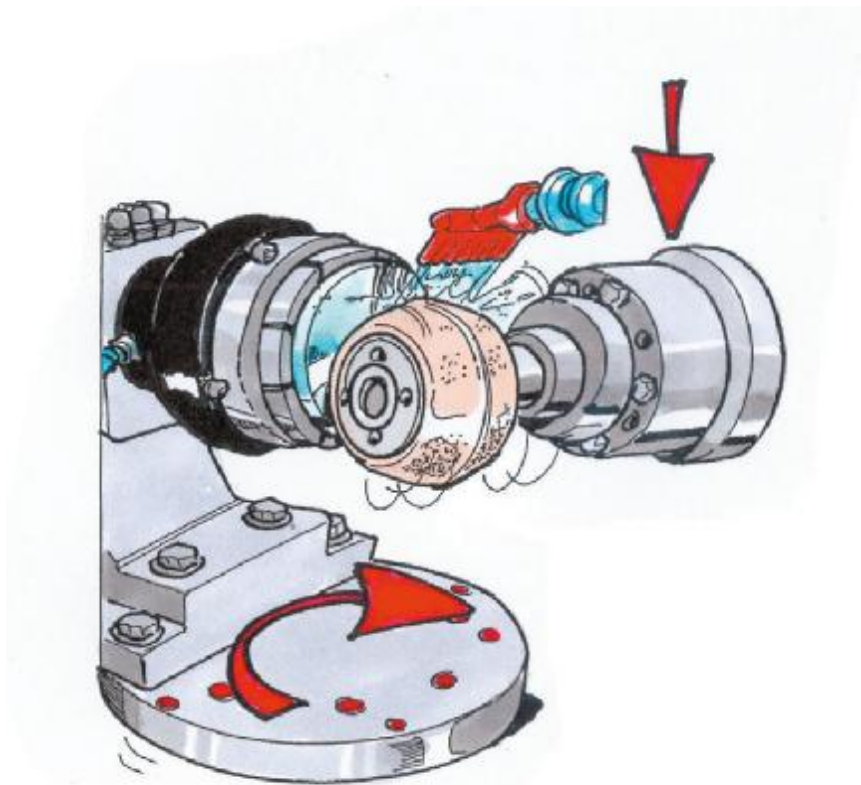
Τα σημαντικά στάδια στη διαδικασία παραγωγής μιας πολυεστιακής επιφάνειας είναι:

1) Σχεδιασμός επιφάνειας και αριθμητική περιγραφή

Ο σχεδιασμός της επιφάνειας και ο υπολογισμός της τοπογραφίας της επιφάνειας μεταφράζονται σε αριθμητικά δεδομένα στη μορφή συντεταγμένων (x, y, z) που μπορούν άμεσα να φορτωθούν στον CNC. Μπορεί να απαιτηθεί ένας μεγάλος αριθμός πολλών χιλιάδων αριθμητικών σημειακών δεδομένων για μian επιμέρους επιφάνεια και οι πληροφορίες αυτές θα πρέπει να αποθηκεύονται για όλους τους συνδυασμούς των βάσεων, των addition διαβάσματος, και για τους δεξιούς και αριστερούς φακούς. Η βασική αναφορά για την πολυεστιακή επιφάνεια συνήθως λαμβάνεται ως μια σφαιρική επιφάνεια η καμπυλότητα της οποίας είναι παρόμοια με την καμπυλότητα της βάσεως που τελικά θα ληφθεί.

2) Δημιουργία της προοδευτικής επιφάνειας:

Η αρχή της δημιουργίας με το CNC απεικονίζεται στην Εικόνα 18. Ο φακός στερεώνεται σε ένα αξόνιο που περιστρέφεται αργά γύρω από τον άξονα z της επιφάνειας ενώ μπορεί να κινείται προς τις μεσημβρινές x, y, και z όπως οδηγείται από το πρόγραμμα τόνρευσης του CNC. Ο τροχός της διαμαντόφρεζας περιστρέφεται γύρω από τον άξονα y και έρχεται σε επαφή ενός σημείου με την επιφάνεια κατά τη φάση της τόνρευσης. Ο κόφτης ακολουθεί μια τορική πορεία σε όλη την επιφάνεια του επεξεργαζόμενου τεμαχίου.



Εικόνα 18: Αρχή τόννευσης μιας πολυεστιακής επιφάνειας.

3) Γυάλισμα της προοδευτικής επιφάνειας:

Η επιφάνεια που λαμβάνεται στο τέλος της δημιουργικής διαδικασίας συνήθως είναι τόσο λεπτά τόννευμένη ώστε να είναι έτοιμη για γυάλισμα δίχως να απαιτείται οποιαδήποτε ενδιάμεση λείανση. Οι μέθοδοι γυαλίσματος περιλαμβάνουν γυάλισμα με τη χρήση ενός μαλακού αφρού, υφάσματος ή άμεσο γυάλισμα της επιφάνειας με το CNC.

4) Σήμανση της επιφάνειας με λέιζερ:

Μετά το γυάλισμα η πολυεστιακή επιφάνεια σημαίνεται ώστε να υποβοηθηθεί ο ακριβής εντοπισμός της ζώνης προόδου ενώ προστίθενται επίσης και άλλες πληροφορίες ταυτοποίησης. Κανονικά χαράσσονται δυο κύκλοι, με απόσταση 34 mm μεταξύ τους, κατά μήκος της οριζόντιας κεντρικής γραμμής του κενού τμήματος, το addition για κοντά χαράσσεται κάτω από το κροταφικό κύκλο

και το λογότυπο μαζί με άλλες πληροφορίες σχετικά με το σχεδιασμό του φακού ή/και του υλικού χαράσσονται κάτω από τον ρινικό κύκλο. Οι χαράξεις μπορεί να σημαίνονται επάνω στον ίδιο το φακό ή επάνω στο καλούπι στο οποίο θα χυτευθεί ο φακός και στην περίπτωση αυτή οι σημάνσεις θα εμφανιστούν ανάγλυφες στη χυτευμένη επιφάνεια.

5) Επιθεώρηση:

Για την εξασφάλιση ότι η γυαλισμένη πρόσοψη ακολουθεί πιστά τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού της επιφάνειας, επιθεωρείται σε κάθε στάδιο της κατασκευαστικής διαδικασίας με μια από τις μεθόδους που περιγράφονται παραπάνω. Η δυνατότητα παραγωγής και ακριβούς αναπαραγωγής, με μη-περιστροφικό τρόπο, συμμετρικών πολυεστιακών επιφανειών, δεν είναι και το μικρότερο πρόβλημα που μπορεί κανείς να αντιμετωπίσει. Οι πρώτες επιφάνειες πολυεστιακών φακών τορνεύτηκαν ακολουθώντας μια διαδικασία σχηματισμού καμπυλότητας που ακολουθούνταν από μαλακό γυάλισμα κατά την οποία το μηχάνημα απλώς ακολουθούσε το σχήμα της επιφάνειας. Σήμερα, παρόμοιες επιφάνειες μπορούν άμεσα να δημιουργηθούν με τη χρήση μηχανικής επεξεργασίας δηλαδή τόννου αριθμητικά ελεγχόμενου από υπολογιστή (CNC) με κατασκευή είτε της ίδιας της επιφάνειας, ή του καλουπιού μέσα στο οποίο χυτεύεται η επιφάνεια.

4.4. ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΤΕΛΕΙΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΩΝ ΦΑΚΩΝ:

1) Πολυεστιακοί φακοί Equithin

Ως αποτέλεσμα της αύξησης της καμπυλότητας της προοδευτικής επιφάνειας στο τμήμα για κοντά ένας πολυεστιακός φακός είναι λεπτότερος στο κάτω άκρο του σε σχέση με το άνω άκρο (Σχήμα 23). Για την παραγωγή λεπτότερων φακών συνήθως χρησιμοποιείται η τεχνική equithin (λέπτυνση πρίσματος) για την εξίσωση του πάχους των άνω και κάτω άκρων του φακού.

Η διαδικασία αυτή προκαλεί ένα πρίσμα που έχει τη βάση του προς τα κάτω, ενώ η πρισματική τιμή του (cm/m) είναι γενικά τα 2/3 της τιμής του addition και μπορεί να μετρηθεί στο γεωμετρικό κέντρο του φακού. Για παράδειγμα στην περίπτωση ενός πολυεστιακού φακού με ένα addition 3.00 D, το πρίσμα λέπτυνσης θα είναι 2 με τη βάση προς τα κάτω και στην περίπτωση που δεν θα υπάρξει άλλη συνταγογράφηση πρίσματος, η τιμή αυτή θα αναγράφεται στο σημείο αναφοράς πρίσματος του φακού. Το πρίσμα λέπτυνσης θα πρέπει να είναι το ίδιο για το δεξιό και το αριστερό μάτι για την αποφυγή ύπαρξης κάθετου διαφορικού πρίσματος μεταξύ των δυο φακών. Το αποτέλεσμα του πρίσματος equithin είναι μια ελαφρά προς τα άνω μετατόπιση του όλου οπτικού πεδίου αλλά είναι κλινικά αποδεδειγμένο πως αυτό δεν έχει καμιά σημαντική επίδραση στην οπτική άνεση του χρήστη. Επειδή παρέχει δραματικά λεπτότερους, ελαφρύτερους και περισσότερο άνετους φακούς, η χρήση του πρίσματος equithin συνιστάται για πολυεστιακούς φακούς οποιασδήποτε απόστασης, ισχύος και addition.

2) Προ-αποκεντρωμένοι άκοποι πολυεστιακοί φακοί

Σε αγορές όπου διανέμονται στρογγυλοί άκοποι φακοί (όπως στην Ευρώπη), η προ-αποκέντρωση και ο προ-σχηματισμός του άκοπου πολυεστιακού φακού είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται από τους κατασκευαστές για την παραγωγή λεπτότερων, ισχυρότερων φακών. Για τη λήψη ενός λεπτότερου φακού μειώνεται η διάμετρος του φακού και επίσης αποκεντρώνεται ρινικά. Οι αποκεντρωμένοι τελειωμένοι φακοί παράγονται, για παράδειγμα, σε διαμέτρους 65/70mm, κάτι που σημαίνει πως ο φακός έχει μια γεωμετρική διάμετρο 65mm αλλά αποτελεσματική διάμετρο 70mm, δηλαδή, η επιφάνεια μετατοπίζεται ρινικά κατά 2.5mm και ταυτόχρονα μειώνεται ο άκοπος φακός σε ένα ελλειπτικό σχήμα με τη μείωση της κάθετης του διαμέτρου που έχει επίσης ως αποτέλεσμα έναν λεπτότερο φακό. Η αποκέντρωση φακών χρησιμοποιείται επίσης σε ημιτελείς φακούς για την αύξηση της αποτελεσματικής διαμέτρου του κενού τμήματος.

4.5 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΩΝ ΦΑΚΩΝ

4.5.1 1^H ΓΕΝΙΑ ΦΑΚΩΝ: Ο ΠΡΩΤΟΣ ΠΟΛΥΕΣΤΙΚΟΣ ΦΑΚΟΣ

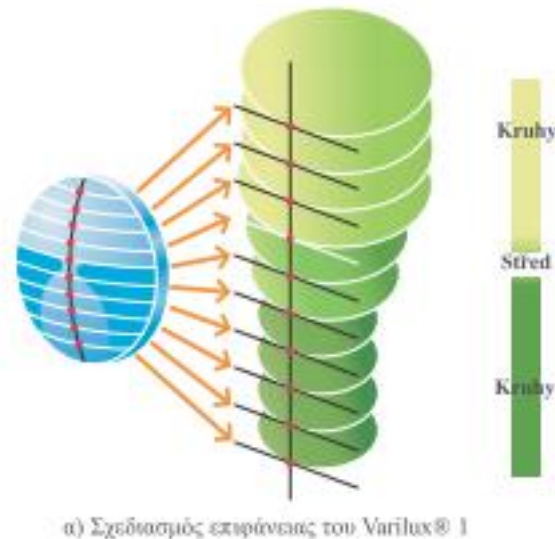
Μετά από επαναληπτικές αλλά άκαρπες προσπάθειες κατά τη διάρκεια του πρώτου μισού του 20ου αιώνα, ο πρώτος επιτυχημένος πολυεστιακός φακός εμφανίστηκε στη Γαλλία το 1959. Μετά από αρκετά χρόνια προσωπικής εργασίας, ο κ. Bernard Maitenaz ανέπτυξε τον 1ο πολυεστιακό φακό στην Société de Lunetiers (ή S.L., που αργότερα έγινε Essel, η οποία συγχωνεύτηκε το 1973 με την Sillor, για τη δημιουργία της εταιρίας Essilor).

Οι πολυεστιακοί φακοί έχουν μια ισχύ που ποικίλλει καθ' όλη την έκταση μιας χαρακτηριστικής ομφάλιας γραμμής, που αποκαλείται ως «μεσημβρινή γραμμή», όπου, σε κάθε σημείο καθ' όλη την έκταση της οι κύριες ακτίνες της καμπυλότητας είναι ίσες. Στους πρώτους πολυεστιακούς φακούς που μελετήθηκαν, η μεσημβρινή γραμμή διέτρεχε το φακό κάθετα προς τα κάτω, δηλαδή, η ισχύς ποίκιλε συνεχώς από πάνω προς τα κάτω. Ο νόμος που έλεγχε την παραλλαγή της ισχύος τροποποιήθηκε στη συνέχεια για να εισαγάγει μια σταθεροποίηση της ισχύος στις άνω και κάτω ζώνες του φακού έτσι ώστε να διευρύνει το μακρινό πεδίο και να παράσχει τη δυνατότητα στο φακόμετρο να μετρήσει την ισχύ του φακού για κοντά.

Στους πρώτους εμπορικά διαθέσιμους πολυεστιακούς φακούς, που μπήκαν στην αγορά το 1959 με το όνομα Varilux, η μακρινή ζώνη επιλέχθηκε να είναι εντελώς σφαιρική και η ζώνη για κοντινή όραση σταθεροποιήθηκε επαρκώς για να παράσχει μια δομή που έμοιαζε με διπλεστικά φακό τους οποίους οι πολυεστιακοί φακοί προοριζόταν να αντικαταστήσουν. Οι κάτω πλάγιες ζώνες του φακού, παρότι ελεγχόμενες, είχαν σημαντικές πλάγιες εκτροπές που απαιτούσαν κάποια προσπάθεια προσαρμογής εκ μέρους του χρήστη.

Αναφορικά με τη δίοφθαλμη όραση, το 1964 παρουσιάστηκαν οι πρώτοι ασύμμετροι πολυεστιακοί φακοί (στους οποίους ο δεξιός και ο αριστερός φακός διέφεραν) για να παρέχουν βελτιωμένη πλάγια όραση χάρη σε ειδικά υπολογισμένες ζώνες για την επίτευξη του αποτελέσματος αυτού. Πριν από την

ημερομηνία αυτή οι πολυεστιακοί φακοί ήταν συμμετρικοί σε κατασκευή, και κάθε φακός είχε κλίση κατά 10° προς τα έσω ρινικά.



Εικόνα 19: Σχεδιασμός επιφάνειας πολυεστιακού φακού.

Παρότι τα οπτικά θέματα ήταν ουσιαστικά, η πρόκληση τηνεποχή εκείνη ήταν εξίσου και για την μηχανολογία, δηλαδή του πώς να σχεδιαστούν μηχανήματα που να παράγουν, για πρώτη φορά, μη-περιστρεφόμενες συμμετρικές οπτικές επιφάνειες. Τα χρόνια εκείνα οι περισσότεροι φακοί κατασκευάζονταν από γυαλί, το οποίο ήταν δύσκολο τόσο για τη δημιουργία της επιφάνειας όσο και για τη στίλβωση. Μόνο με την υιοθέτηση της αρχής του υπολογισμού σημείου προς σημείο, κάνοντας χρήση της τεχνικής αναπαραγωγής από μια επιφάνεια μοντέλο και με την μαλακή στίλβωση, ο Varilux μπόρεσε πράγματι να κατασκευαστεί.

Η παρουσίαση ενός φακού που είχε μια τέτοια πλάγια εκτροπή ήταν, την εποχή εκείνη, σαν να προσπαθείς το αδύνατο. Πέρα από τις τεχνικές προκλήσεις, ήταν αναγκαία και η υπέρβαση του σκεπτικισμού του κλάδου της οπτικής. Ωστόσο, η επιμονή των σχεδιαστών έδειξε πως ήταν δυνατή η παραγωγή πολυεστιακών φακών και άνοιξε το δρόμο για τις κατοπινές βελτιώσεις που ήταν: μια καλύτερη κατανόηση της περιφερικής όρασης μέσα από τους οφθαλμικούς

φακούς και το πώς αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στο σχεδιασμό των πολυεστιακών επιφανειών.

Ο Varilux 1, παρότι η πρώτη δημιουργία, έφερε όλες τις βασικές αρχές των πολυεστιακών φακών, ήταν ο προπομπός μιας τεράστιας επανάστασης που θα λάμβανε χώρα στον κόσμο της οπτικής.

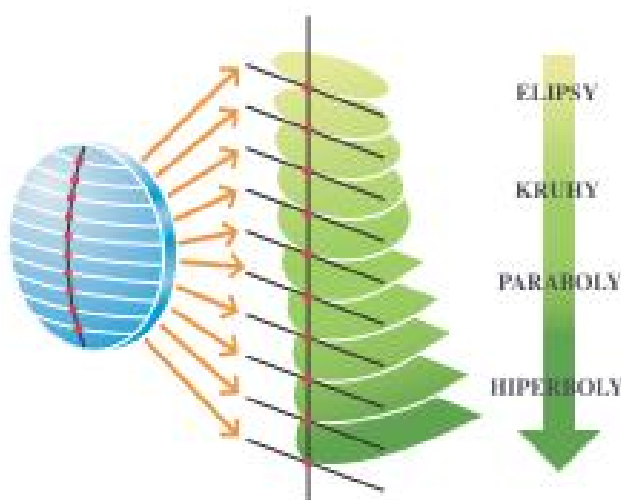
4.5.2 2^Η ΓΕΝΙΑ ΦΑΚΩΝ: Ο ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΟΣ ΦΑΚΟΣ ΜΕ ΟΠΤΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ

Μετά την αποδοχή της νέας ιδέας μιας πολυεστιακής επιφάνειας από τον κλάδο, ο Bernard Maitenaz και η ομάδα του μπορούσαν να προχωρήσουν από την «σφαιρική» δομή του Varilux 1 και να σχεδιάσουν μια πολυεστιακή επιφάνεια με βελτιωμένες περιφερικές ζώνες. Το πέτυχαν το 1972 με το λανσάρισμα της δεύτερης γενιάς πολυεστιακών φακών, με το όνομα Varilux 2. Ο αντικειμενικός στόχος δεν ήταν απλώς να μειώσουν το βαθμό των περιφερικών εκτροπών αλλά επίσης να ελέγξουν τις παραμορφώσεις της εικόνας που οι εκτροπές αυτές παρήγαγαν.

- Η μείωση των εκτροπών επιτεύχθηκε με την οριζόντια «οπτική μεταβολή» που έγινε δυνατή με την παραγωγή μιας ελαφριάς αύξησης της ισχύος των πλαγίων τμημάτων της ζώνης για μακριά με μια ελαφρά μείωση της ισχύος των πλαγίων τμημάτων της ζώνης για κοντά. Η ελαφρά διαφορά στην ακτίνα καμπυλότητας που υπήρξε στις περιφερικές περιοχές των ζωνών για μακριά και κοντά παρήγαγε μια σημαντική μείωση του βαθμού της εκτροπής. Μια παρόμοια επιφάνεια θα μπορούσε να αποδοθεί από μια σειρά κωνικών τμημάτων, όπως αυτά που εμφανίζονται στην Εικόνα 20.

- Επιπλέον, για τη μείωση του σημαντικού αισθήματος ιλίγγου που εμφάνιζε το Varilux 1, εισήχθη η ιδέα της «ορθοσκοπίας», ο σκοπός της οποίας ήταν η εξασφάλιση ότι οι ευθείες γραμμές στο χώρο, και ειδικά οι κάθετες και οι οριζόντιες, να φαίνονται ευθείες όταν παρατηρούνται διαμέσου της περιφέρειας του φακού. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, ήταν αναγκαίος ο υπολογισμός μιας

επιφάνειας το χαρακτηριστικό της οποίας ήταν να έχει, αφενός, οριζόντιες πρισματικές επιδράσεις, που δεν θα διέφεραν σχεδόν καθόλου στην έκταση των δυο κάθετων γραμμών (μια ρινική και μια κροταφική) και αφετέρου, οι κάθετες πρισματικές επιδράσεις που δεν θα διέφεραν σχεδόν καθόλου στην έκταση των δυο οριζόντιων γραμμών, μια στο άνω τμήμα και μια στο κάτω τμήμα του φακού. Τα χαρακτηριστικά αυτά, για τα οποία λήφθηκαν πατέντες για τον Varilux 2, προστάτευσαν το σχεδιασμό για αρκετά χρόνια. Παρότι αρχικά διατυπώθηκε με τον τρόπο αυτό, η αρχή της ορθοσκοπίας διατηρήθηκε σε όλες τις μεταγενέστερες γενιές του Varilux.



Εικόνα 20: Σχεδιασμός 2^{ης} γενιάς πολυεστιακών φακών.

- Βέβαια, από την άποψη της διόφθαλμης όρασης, το σχέδιο του Varilux 2 σχεδιάστηκε από την αρχή με διαφορετικές επιφανειακές γεωμετρίες για τον δεξιό και τον αριστερό φακό και με ειδική προσοχή στις περιοχές του φακού που χρησιμοποιούνταν ταυτόχρονα από τα μάτια.

Με τη δεύτερη γενιά των πολυεστιακών φακών, επιτεύχθηκε πραγματική πρόοδος και από τότε οι πολυεστιακοί φακοί άρχισαν να αναγνωρίζονται και να γίνονται αποδεκτοί ως η καθιερωμένη μέθοδος για τη διόρθωση της πρεσβυωπίας.

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας που ακολούθησε το λανσάρισμα του Varilux 2, διάφορες παραλλαγές που προέρχονταν από τον σχεδιασμό του

Varilux 2 αναπτύχθηκαν από άλλους κατασκευαστές, εστιαζόμενοι επάνω σε συγκεκριμένα οπτικά χαρακτηριστικά. Ορισμένοι έδωσαν έμφαση σε ευρύτερες ζώνες μακρινής και κοντινής όρασης, επικεντρωνόμενοι στον αναπόφευκτο αστιγματισμό της περιφέρειας του φακού. Άλλοι έκαναν την αντίθετη προσέγγιση, μειώνοντας την ποσότητα του ανεπιθύμητου αστιγματισμού στην περιφέρεια και κατανέμοντας τον ευρύτερα στο φακό (AmericanOpticalTruvisionOmni). Κι άλλοι έδωσαν ειδική έμφαση στην ιδέα της ασυμμετρίας του φακού και στην άνετη διόφθαλμη όραση (ZeissGradalHS). Έτσι, η επέκταση που επιτεύχθηκε για τη διόρθωση της πρεσβυωπίας με πολυεστιακούς φακούς, προέκυψε από μια κοινή προσπάθεια εκ μέρους τόσο των επαγγελματιών όσο και των κατασκευαστών.

4.5.3 3^H ΓΕΝΙΑ: Ο ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΟΣ ΦΑΚΟΣ “MULTI-DESIGN” ΠΟΛΛΑΠΛΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

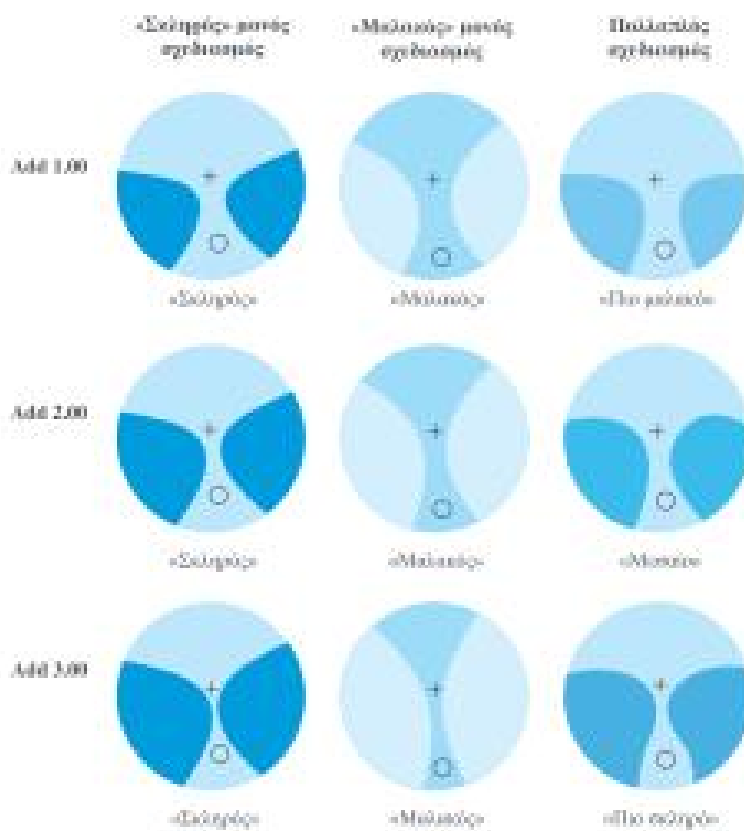
Ένα περαιτέρω βήμα στη βελτίωση της απόδοσης του πολυεστιακού φακού έγινε με την τρίτη γενιά, με την ιδέα του πολλαπλού σχεδιασμού. Έγινε κατανοητό πως αν χρησιμοποιούταν ο ίδιος νόμος ισχύος για κάθε διαφορετικό addition, αυτό δεν είχε ως αποτέλεσμα τη βέλτιστη πολυεστιακή επιφάνεια για το κάθε στάδιο της πρεσβυωπίας. Ελευθερώνοντας το σχεδιασμό από τον περιορισμό αυτό η βέλτιστη επιφάνεια θα μπορούσε να σχεδιαστεί για τις ανάγκες των χρηστών σε όλα τα στάδια της πρεσβυωπίας. Οι πρεσβύωπες στο αρχικό στάδιο χρειάζονται μια μαλακή πολυεστιακή επιφάνεια που θα τους δώσει τη δυνατότητα να προσαρμοστούν γρήγορα στους πολυεστιακούς φακούς ενώ οι προχωρημένοι πρεσβύωπες προτιμούν έναν σκληρότερο σχεδιασμό που να τους παρέχει μεγαλύτερα οπτικά πεδία.

Με τους φακούς μονού σχεδιασμού, οι σχεδιαστές αντιμετώπιζαν μόνο μια επιλογή:

- να χρησιμοποιήσουν μια μαλακή προοδευτική επιφάνεια, δηλαδή, ένα μεγάλο κανάλι με χαμηλούς βαθμούς εκτροπών κατανεμημένους καθ' όλη την επιφάνεια

του φακού, κάτι που είχε αποδειχθεί προτιμητέο από τους πρεσβύωπες στο αρχικό στάδιο, αλλά κάτι που πρόσφερε μικρά πεδία όρασης σε αυτούς με προχωρημένη πρεσβυωπία.

- να χρησιμοποιήσουν μια σκληρή πολυεστιακή επιφάνεια, δηλαδή, μικρό μήκος καναλιού με γρήγορα αυξανόμενα επίπεδα εκτροπών εστιασμένα σε μικρότερες περιοχές του φακού, κάτι που είχε αποδειχθεί προτιμητέο από αυτούς με προχωρημένη πρεσβυωπία, αλλά δυσκόλευε την προσαρμογή των πρεσβυώπων στο αρχικό στάδιο.



Εικόνα 21: Η αρχή του πολυεστιακού φακού multi-design σε σύγκριση με αυτή του μονού σχεδιασμού

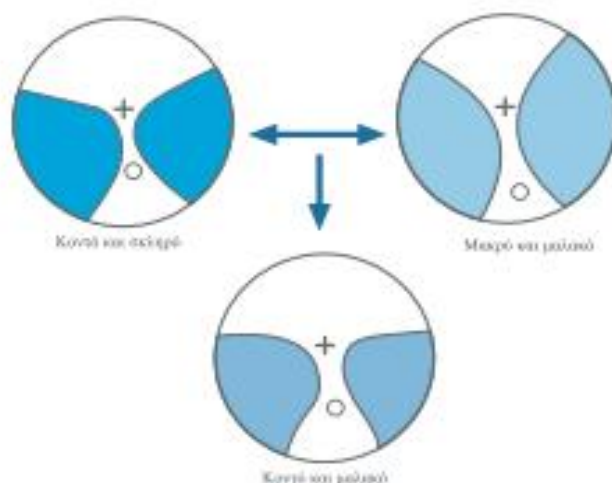
Η λύση ήταν η προσφορά μαλακότερων επιφανειών για χαμηλότερα addition και σκληρότερες επιφάνειες για υψηλότερα addition, κάτι που θα διατηρούσε το κοντινό οπτικό πεδίο παρά την αύξηση του addition για κοντά

Το VariluxMultiDesign προτάθηκε από την Essilor το 1988 και κάθε ένα από τα 12 addition για κοντά (+0.75 έως 3.50 D σε στάδια των 0.25) είχε ένα διακεκριμένο σχεδιασμό αναπτυγμένο για τη συγκεκριμένη προσθήκη. Παρόμοιες φιλοσοφίες σχεδιασμού εισήχθησαν από τις AmericanOptical (OmniPro), BBGRSelective και Hoyalux της HOYA κλπ. Παρότι ο VariluxMulti-Design δεν είναι πλέον διαθέσιμος, έχοντας αντικατασταθεί από νεότερες γενιές, ήταν ο προπομπός μιας μεγάλης πλειοψηφίας σχεδιασμών πολυεστιακών φακών της παγκόσμιας αγοράς του σήμερα, η πλειονότητα των οποίων εφαρμόζει την ιδέα “multi-design”.

4.5.4 4^H ΓΕΝΙΑ ΦΑΚΩΝ: Ο ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΟΣ ΦΑΚΟΣ ΓΙΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΟΡΑΣΗ

Η τέταρτη γενιά πολυεστιακών φακών εγκαινιάστηκε με το όνομα VariluxComfort το 1993. Ο σχεδιασμός του ήταν αποτέλεσμα της παρατήρησης των συνηθειών των χρηστών πολυεστιακών φακών και η κατασκευή του κατέστη δυνατή από την εξέλιξη των κατασκευαστικών μεθόδων πολυεστιακών επιφανειών. Η βασική ιδέα ήταν η βράχυνση του μήκους καναλιού του φακού ώστε να προσφερθεί στους χρήστες μια περισσότερο άνετη στάση για την κοντινή όραση, και ταυτόχρονα να εξαλείψει οποιαδήποτε παραμόρφωση στην περιφέρεια του φακού. Για να το πούμε απλά, πριν από την έλευση της τέταρτης γενιάς, ο σχεδιαστής του πολυεστιακού φακού είχε δυο επιλογές, να σχεδιάσει ένα φακό με μια «μικρή» πρόοδο και «σκληρή» περιφέρεια ή να σχεδιάσει ένα φακό με «μαλακή» περιφέρεια αλλά «μεγάλη» πρόοδο. Η πρώτη επιλογή πρόσφερε στους χρήστες μιαν άνετη θέση διαβάσματος αλλά τη λιγότερη άνεση στην περιφερική όραση. Η δεύτερη επιλογή πρόσφερε στους χρήστες μια δυναμική όραση αλλά μια άβολη στάση διαβάσματος. Η απαίτηση ήταν ο συγκερασμός σε ένα μόνο συνδυασμό των δυο χαρακτηριστικών μιας «μικρής» πρόοδου και μιας «μαλακής» περιφέρειας ώστε να προσφερθεί στους χρήστες το διπλό πλεονέκτημα της άνετης στάσης στην κοντινή όραση μαζί με

πραγματική άνεση στην περιφερική όραση (Σχήμα 22). Αυτό επιτεύχθηκε με το σχεδιασμό του Varilux Comfort.

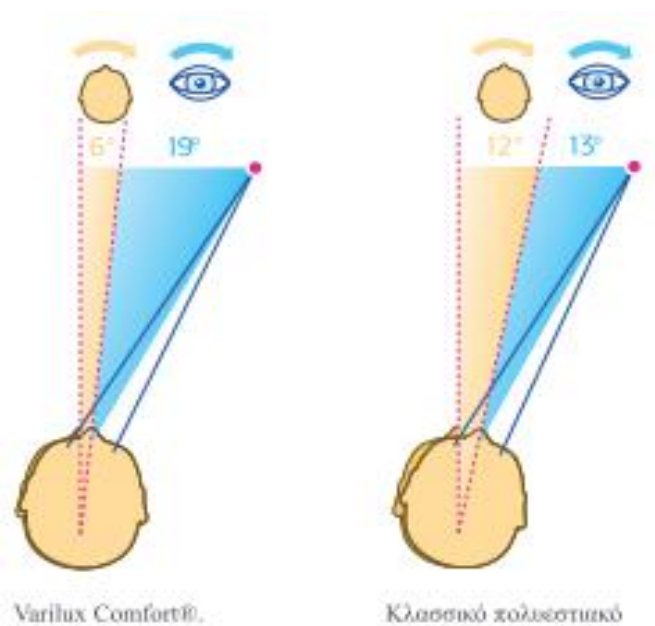


Εικόνα 22: Σχεδιαστική αρχή του Varilux Comfort.

Για την προσφορά μεγαλύτερης άνεσης στη στάση του σώματος για την κοντινή όραση η κοντινή ζώνη τοποθετείται υψηλά στο φακό έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να τη φτάσει εύκολα και φυσιολογικά στο βλέμμα προς τα κάτω σε μια κλίση περίπου 25° , που είναι κατά 5° μικρότερη από αυτήν των προηγούμενων γενιών πολυεστιακών φακών. Ως συνέπεια, ο χρήστης μπορεί να χαμηλώσει το κεφάλι κατά 35° (αντί για 30°) που είναι πλησιέστερα στην κανονική τιμή που χρησιμοποιείται για την κοντινή όραση πριν από την εκδήλωση της πρεσβυωπίας. Επιπλέον, ο χρήστης μπορεί να εξερευνήσει το πεδίο της κοντινής όρασης με μεγαλύτερη άνεση επειδή η αναγκαία κίνηση της κεφαλής και του ματιού είναι μικρότερη.

Τα πλεονεκτήματα αυτά προκύπτουν από το προφίλ ισχύος του Varilux Comfort μεταξύ της μακρινής και κοντινής όρασης. Για ένα addition 2.00 D, το 85% του ποσού (που θεωρείται πως είναι το ξεκίνημα της περιοχής κοντινής όρασης) λαμβάνεται σε μόλις 12mm κάτω από το σταυρό κεντραρίσματος, σε σύγκριση με 14 ή 15mm που ήταν στην προηγούμενη γενιά πολυεστιακών φακών.

Για να επιτευχθεί μια άνετη περιφερική όραση η προοδευτική επιφάνεια έχει γίνει μαλακότερη κάτω από τον αυστηρό έλεγχο των οπτικών χαρακτηριστικών στην περιφέρεια. Είχε παρατηρηθεί πως στην περιφερική όραση, οι χρήστες αντιλαμβάνονταν περισσότερο την ταχύτητα της παραλλαγής σε ισχύ και τον αστιγματισμό – στην πραγματικότητα, την παραλλαγή σε πρισματικές επιδράσεις που είναι συνδεδεμένες με τις παραλλαγές ισχύος – παρά τις απόλυτες τους τιμές. Κατά συνέπεια, η παραλλαγή σε ισχύ επάνω στην πολυεστιακή επιφάνεια του VariluxComfort ήταν μόνο γρήγορη όπου χρειαζόταν να είναι, κατά την έκταση της μεσημβρινής γραμμής της προόδου, για να παράσχει ένα βραχύ μήκος προόδου, και αργότερα σε άλλα σημεία της επιφάνειας. Το χαρακτηριστικό αυτό αποτέλεσε μια από τις πατέντες του VariluxComfort. Επιπλέον, η περιφερική μαλακότητα της επιφάνειας πρόσφερε στους χρήστες μεγαλύτερα πεδία καθαρής όρασης και κατά συνέπεια, η αναγκαία οριζόντια κίνηση κεφαλής που απαιτείται για την εξερεύνηση του πλήρους πλάτους του πεδίου μειώθηκε σε μεγάλο βαθμό (Εικόνα 23).



Εικόνα 23: Συγκριτικές κινήσεις κεφαλής και ματιού στο οριζόντιο πεδίο με VariluxComfort και κλασσικό πολυεστιακό φακό..

Για διόφθαλμη όραση, η ασυμμετρία των φακών είχε σχεδιαστεί εκ νέου για την παροχή τέλει ισορροπίας στην αντίληψη που λαμβανόταν από τα μάτια. Το γεωμετρικό προφίλ της προόδου – η θέση του στο φακό – είχε εξεταστεί λαμβάνοντας υπόψη την συμπεριφορά του χρήστη, και δεν ακολουθούσε πλέον μια ευθεία γραμμή στο φακό, αλλά αντί γι' αυτό ακολουθούσε την πορεία των ματιών κατά τη διάρκεια του χαμηλώματος του βλέμματος για την κοντινή όραση. Αυτό λειτουργούσε σε συνδυασμό με την κάθετη κίνηση της κεφαλής κατά την αλλαγή από τη μακρινή όραση, μέσω ενός ενδιάμεσου τμήματος, στην κοντινή όραση και επίσης κατά τη χρήση της ζώνης κοντινής όρασης για παρατεταμένες περιόδους. Αυτές οι δυο απαιτήσεις οδήγησαν σε διαφορετικούς βαθμούς σύγκλισης, κάνοντας αναγκαία τη χρήση δυο διαφορετικών βαθμών αλλαγής στην ισχύ της προόδου.

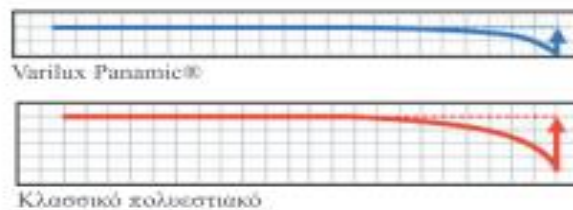
Επιπλέον, η ιδέα του πολλαπλού σχεδιασμού, βρήκε μια νέα εφαρμογή με τον VariluxComfort, αυτή της μεταβλητής εσωκέντρωσης της κοντινής ζώνης ανάλογα με το addition, που έλαβε υπόψη το γεγονός ότι οι πρεσβύωπες κρατούν τουλικό ανάγνωσης πλησιέστερα στα μάτια τους όσο αυξάνει το addition. Αυτό τους παρέχει κάποια μεγέθυνση που αντισταθμίζει μια μείωση της οπτικής οξύτητας λόγω της απώλειας της διαφάνειας των οπτικών μέσων του ματιού με την πάροδο του χρόνου. Η διαφορά στην ένθεση της ζώνης κοντινής όρασης είναι περίπου 1.6mm από το χαμηλότερο addition στο υψηλότερο addition (από 2.2 σε 3.8mm). Αυτό ακολουθείται από μια βράχυνση του μήκους καναλιού καθώς αυξάνει το addition, ακριβέστερα, σε μια άνοδο της θέσης της κοντινής ζώνης όπου έχει ληφθεί το 85% του πλήρους addition.

Ο VariluxComfort, έχει ανταποκριθεί με μεγάλη επιτυχία και έχει συνεισφέρει στην αντίληψη του πολυεστιακού φακού ως μέθοδος για τη διόρθωση της πρεσβυωπίας. Έχει ακολουθηθεί από την είσοδο στον κλάδο πολλών άλλων σχεδιασμών πολυεστιακού φακού. Υπήρχαν διαθέσιμοι περίπου 50 διαφορετικοί τύποι παγκοσμίως, λίγα χρόνια μετά το λανσάρισμα του VariluxComfort.

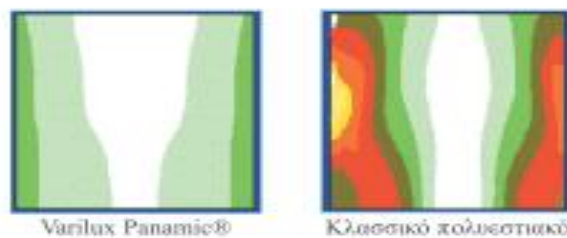
4.5.5 5^H ΓΕΝΙΑ ΦΑΚΩΝ: Ο ΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΟΣ ΦΑΚΟΣ ΜΕ ΔΙΕΥΡΥΜΕΝΟ ΟΠΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

Για τη βελτίωση της απόδοσης του φακού ακόμη περισσότερο, οι σχεδιαστές εξέτασαν ακόμα προσεκτικότερα τις προσδοκίες που εκφράζονταν από τους χρήστες πολυεστιακών φακών. Υπήρχαν δυο κύριες απαιτήσεις: οι νέοι πρεσβύωπες έψαχναν, επάνω από όλα, για «γρήγορη και εύκολη προσαρμογή στο πρώτο τους ζευγάρι πολυεστιακών φακών» ενώ οι έμπειροι χρήστες ζητούσαν «ευρύτερα πεδία όρασης». Η πέμπτη γενιά πολυεστιακών φακών από την Essilor, οVariluxPanamic, που λανσαρίστηκε το έτος 2000, είχε σχεδιαστεί για να πετύχει αυτές τις δυο προσδοκίες. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, έγιναν βελτιώσεις στη χρήση του φακού στην περιφερική όραση τόσο σε διόφθαλμες συνθήκες όσο και κατά τη βοθητική όραση, ενώ η κάθε βελτίωση προέκυπτε ως αποτέλεσμα ειδικής έρευνας στους τομείς αυτούς.

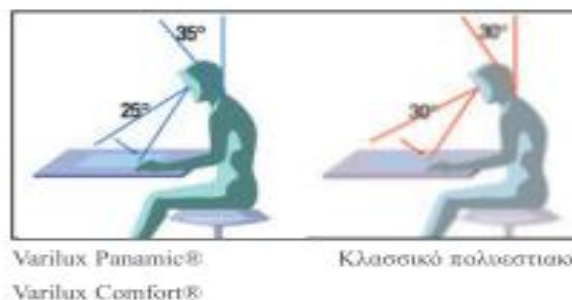
Για να προσφερθεί στους νέους πρεσβύωπες «γρήγορη και εύκολη προσαρμογή» έγιναν οι ακόλουθες βελτιώσεις (Εικόνα 24):



α) περιφερική όραση



β) διόφθαλμη όραση

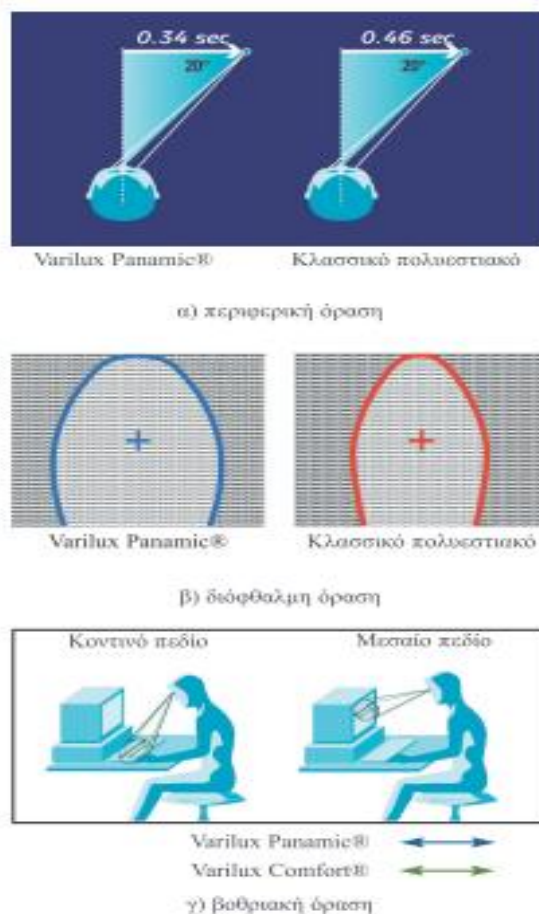


γ) βοθητική όραση

Εικόνα 24: Βελτιώσεις που επιτεύχθηκαν με τον VariluxPanamic σε νέους πρεσβύωπες.

- στην περιφερική όραση, μείωση της παραμόρφωσης με τον έλεγχο της κατανομής των πρισματικών επιδράσεων στην επιφάνεια του φακού.
- στην διόφθαλμη όραση, μείωση των περιπτώσεων ίλιγγου με την ελαχιστοποίηση της διαφοράς στη φαινομενική ταχύτητα κινήσεων των αντικειμένων που γίνονται αντιληπτές από το δεξιό και αριστερό μάτι. Είχε ανακαλυφθεί ότι οι περιπτώσεις ίλιγγου που ορισμένες φορές γίνονται αντιληπτές από χρήστες είχαν πρωτίστως ως προέλευση τη διόφθαλμη όραση.
- βοηθιακή όραση, σημαντική διεύρυνση των ζωνών στις οποίες μπορούσε να επιτευχθεί πλήρης οπτική οξύτητα για ενδιάμεση και κοντινή όραση σε σχέση με το φακό VariluxComfort.

Για την προσφορά «ευρύτερων πεδίων όρασης» στους πεπειραμένους πρεσβύωπες, έγιναν οι ακόλουθες βελτιώσεις (Εικόνα 25):



Εικόνα 25: Βελτιώσεις που επιτεύχθηκαν με τον VariluxPanamic για έμπειρους πρεσβύωπες.

- στην περιφερική όραση, μείωση του χρόνου που απαιτείται για την αναγνώριση ενός στόχου με το μαλάκωμα της προοδευτικής επιφάνειας
- στην διόφθαλμη όραση, διεύρυνση των χωροπτέρων – όπου τα σημεία είναι διόφθαλμα ορατά ως ένα μονό σημείο – για όλες τις θέσεις των ματιών, κάτι που επιτεύχθηκε χάρη στην αργή μεταβολή των πρισματικών επιδράσεων του φακού.
- στη βοθηρική όραση, σημαντική διεύρυνση των περιοχών του φακού προσφέροντας μέγιστη οπτική οξύτητα στην ενδιάμεση και κοντινή ζώνη.

Γενικότερα, ο VariluxPanamic ήταν ένας πολυεστιακός φακόςμαλακότερου σχεδιασμού σε σύγκριση με τις προηγούμενες γενιές και προέκυψε από τις βελτιώσεις σε οπτικά χαρακτηριστικά των φακών, σχετικά με τις απόλυτες τιμέςτους, όπως προτάθηκε από χρήστες πολυεστιακών φακών.

Επιπλέον, η ιδέα του πολλαπλού σχεδιασμού προσέλαβε μια νέα διάσταση με τον VariluxPanamic, αυτή της εσωκέντρωσης της κοντινής ζώνης ως επακόλουθο της ισχύος για μακριά και όχι μόνο της τιμής του addition για κοντά. Η τιμή για μακριά εισάγει οριζόντιες πρισματικές επιδράσεις στο τμήμα για κοντά που αλλάζουν την πραγματική θέση που χρησιμοποιείται από το μάτι επάνω στο φακό. Έτσι, η εσωκέντρωση θα πρέπει να μειωθεί για τον μύωπα και να αυξηθεί για τον υπερμέτρωπα. Είναι αναγκαία η τροποποίηση της εσωκέντρωσης στο φακό σύμφωνα με τη συνταγή για μακριά και με ακόμα μεγαλύτερη ακρίβεια της βάσης που χρησιμοποιείται. Ως αποτέλεσμα, η εσωκέντρωση μπορεί να ποικίλλει ακόμα και κατά 3.2mm ανά φακό μεταξύ ενός υψηλού μύωπα με χαμηλό addition, και ενός υψηλού υπερμέτρωπα με υψηλό addition (2.00 έως 5.2mm). Σημειώστε πως αυτό δεν απαιτεί οποιαδήποτε αλλαγή στη μέθοδο κεντραρίσματος του φακού, δεδομένου ότι η διόρθωση για μακριά και η συνήθης απόσταση διαβάσματος του χρήστη δεν λαμβάνονται υπόψη κατά την μέτρηση των μονόφθαλμωνκορικών αποστάσεων για μακρινή όραση

Μετά την εμφάνιση του VariluxPanamic, έχουν εισαχθεί άλλαπροοδευτικά σχέδια, όπως το Evolls της BBGR, το P-1SY της Seiko με πρόοδο στην κοίλη

επιφάνεια, ο φακός Definity της Johnson&Johnson που μοιράζεται την πρόοδο μεταξύ της πρόσθιας και της οπίσθιας επιφάνειας και το σχέδιο HoyaluxiD της Hoya που επίσης είναι ένας δίπλευρος πολυεστιακός φακός. Είτε λόγω σχεδιασμού ή κατασκευαστικής μεθόδου όλοι αυτοί οι πολυεστιακοί φακοί επιδιώκουν, όπως ο VariluxPanamic, μια μαλακότερη προοδευτική επιφάνεια που να παρέχει περισσότερο άνετη όραση στους πρεσβύωτες.

Πολυεστιακοί φακοί για «στενούς σκελετούς»

Με την εξέλιξη της μόδας, η επιλογή των διοπτροφόρων έχει στραφεί σε μικρότερους σκελετούς γυαλιών, γεγονός που έθεσε ένα ειδικό πρόβλημα αν αυτοί θα κατασκευάζονταν με πολυεστιακούς φακούς. Για την εξασφάλιση επαρκών ζωνών άνετης όρασης είναι αναγκαία η ύπαρξη κατάλληλου βάθους του φακού μαζί με επαρκώς ευρείες ζώνες μακρινής και κοντινής όρασης.

Επιπλέον, οι χρήστες μικρών σκελετών αναπτύσσουν μια ιδιόρρυθμη συνήθεια χρήσης του γυαλιού επειδή τείνουν να κατεβάζουν τα κεφάλια τους περισσότερο και τα μάτια τους λιγότερο, σε σχέση με τους χρήστες σκελετών κανονικών μεγεθών, προκειμένου να μεγιστοποιήσουν το πεδίο όρασης τους. Θεωρείται ότι αυτός που φορά μικρό σκελετό μειώνει την κάθετη περιστροφή του ματιού σε λιγότερο από 20°, σε σύγκριση με την περίπτωση αυτών που φορούν κλασικά σχέδια σκελετών που είναι περισσότερο από 25°. Εκμεταλλεύονται επίσης ένα μεγαλύτερο οριζόντιο πεδίο στη μακρινή όραση. Με όρους σχεδιασμού πολυεστιακής επιφάνειας, είναι αναγκαία η παροχή ενός πολυεστιακού φακού με βραχεία διακύμανση και ευρύ πεδίο όρασης για τη μακρινή όραση.

Αυτή είναι η περίπτωση με το σχεδιασμό του VariluxEllipse της Essilor που έχει μια πολύ βραχεία προοδευτική ζώνη, αφού το ξεκίνημα της κοντινής ζώνης (το σημείο όπου λαμβάνεται το 85% του πλήρους addition) είναι μόλις 9.5mm κάτω από το σταυρό κεντραρίσματος (σε σύγκριση με 12mm άλλων σχεδίων Varilux). Αυτό απαιτεί το χαμήλωμα των ματιών μόλις κατά 18° για την επίτευξη κοντινής όρασης. Το εν λόγω σχέδιο παρέχει τη δυνατότητα επιλογής σκελετού με μόλις 14mm βάθος κάτω από το σταυρό κεντραρίσματος. Ο

φακός παρέχει επίσης μια γωνία ζώνης για την μακρινή όραση περίπου 140°, κατά 20° μεγαλύτερη σε σχέση με ένα κλασικό πολυεστιακό σχέδιο.

Σημείωση: θα πρέπει επίσης να υπάρχει ένα ελάχιστο βάθος 10mm του φακού από το σταυρό κεντραρίσματος έως το κάτω άκρο του άνω χείλους του σκελετού ώστε να εξασφαλιστεί μια επαρκής ζώνη άνετης μακρινής όρασης. Έτσι, το συνολικό βάθος του σκελετού θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 24mm.

4.5.6 6^H ΓΕΝΙΑ ΦΑΚΩΝ: ΟΠΟΛΥΕΣΤΙΑΚΟΣ ΦΑΚΟΣ «ΥΨΗΛΗΣ ΕΥΚΡΙΝΕΙΑΣ»

Για ακόμη μεγαλύτερη βελτίωση στην ποιότητα της όρασης η 6η γενιά των πολυεστιακών φακών έχει επιδιώξει τη μεγιστοποίηση της οπτικής απόδοσης του χρήστη. Στο σχεδιασμό των πολυεστιακών φακών λαμβάνονται υπόψη μόνο οι ακτίνες φωτός που φτάνουν στο μάτι αφού περάσουν διαμέσου του φακού. Με τη νέα γενιά, οι σχεδιαστές ενδιαφέρθηκαν επίσης για τη φύση της δέσμης φωτός που εισέρχεται στην κόρη. Η αρχή είναι η βελτιστοποίηση της οπτικής απόδοσης προς όλες τις κατευθύνσεις ελέγχοντας τα χαρακτηριστικά των δεσμών φωτός που εισέρχονται στην κόρη.

Ο Varilux Physio που παρουσιάστηκε από την Essilor το 2006, είναι ο πρώτος πολυεστιακός φακός σχεδιασμένος βάσει αυτής της αρχής και ειδικότερα ώστε:

- να μεγιστοποιήσει την οπτική οξύτητα στη μακρινή όραση διορθώνοντας το σφάλμα κόμης
- να βελτιστοποιήσει την προσαρμοστική λειτουργία της ενδιάμεσης όρασης διευκολύνοντας την καθαρή όραση στον κάθετο άξονα
- να αυξήσει το εύρος της κίνησης των ματιών διευρύνοντας το πεδίο μέγιστης οξύτητας.

Η βελτιστοποίηση κατέστη δυνατή με τη χρήση μιας νέας μεθόδου υπολογισμού βασισμένης στο μέτωπο του κύματος.

1) Μεγιστοποίηση της οπτικής οξύτητας στη μακρινή όραση

Οποιαδήποτε κι αν είναι η μέθοδος της διόρθωσης, το σύστημα που αποτελείται από το φακό και το μάτι προσβάλλεται από οπτικές εκτροπές – σφάλμα ισχύος και αστιγματισμός πλάγιων ακτινών – το σφάλμα κόμης είναι εκτροπή υψηλότερης τάξης και είναι παρούσα στους πολυεστιακούς φακούς, η οποία επηρεάζει περισσότερο τόσο την οπτική οξύτητα όσο και την ευαισθησία αντίθεσης.

Οφείλεται σε μια παραλλαγή στην ισχύ του φακού και επηρεάζει την ποιότητα της όρασης του χρήστη ειδικά στη μακρινή ζώνη όπου το άνοιγμα της κόρης είναι μεγαλύτερο.

Χάρη στην τεχνική ελέγχου του μετώπου κύματος, η κόμη μπορεί να μετρηθεί και να ελεγχθεί σε μια μεγάλη περιοχή γύρω από το κέντρο της μακρινής οπτικής ζώνης. Με τον Varilux Physio® οι εκτροπές που βιώνει ο χρήστης μειώνονται σημαντικά σε σύγκριση με αυτές ενός κλασικού πολυεστιακού φακού. Για τον χρήστη αυτό μεταφράζεται σε μια ακριβέστερη απεικόνιση που προσφέρει καλύτερη οπτική οξύτητα και εντονότερη αντίθεση.

2) Βελτιστοποίηση της λειτουργίας της προσαρμογής στην ενδιάμεση όραση

Στην παρουσία αστιγματισμού το μάτι προσπαθεί να ελαχιστοποιήσει τις επιδράσεις του και προσπαθεί φυσιολογικά να εστιάσει στα κάθετα στοιχεία μιας εικόνας. Αυτή είναι η περίπτωση σε ένα πολυεστιακό φακό που έχει μια υπολειπόμενη κυλινδρική ποσότητα στην ενδιάμεση ζώνη σε αμφότερες πλευρές της μεσημβρινής γραμμής προόδου.

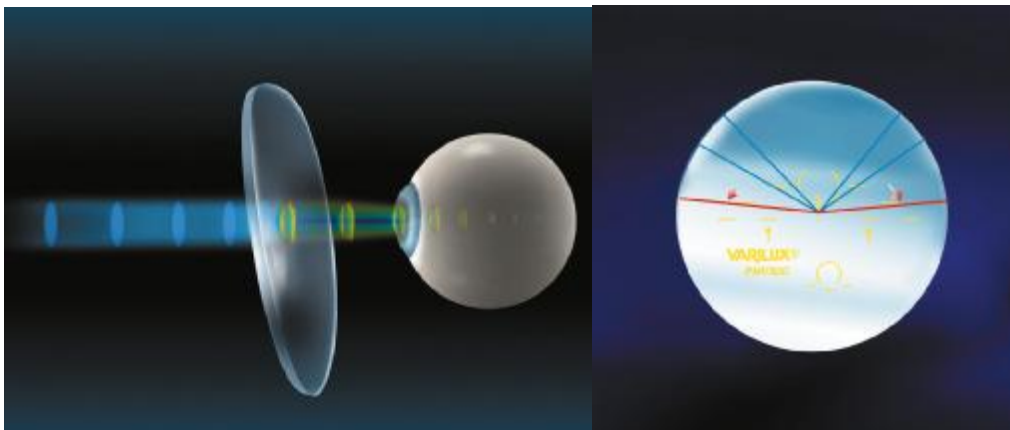
Μια νέα αρχή που ενσωματώθηκε στο σχεδιασμό του Varilux Physio® είναι η εξασφάλιση του ότι η πλέον θετική εστίαση προσανατολίζεται κάθετα έτσι ώστε να αυξήσει την καθαρότητα της εικόνας και να ελαχιστοποιήσει την αναγκαία προσπάθεια προσαρμογής. Η τεχνική ελέγχου του μετώπου κύματος παρέχει τη δυνατότητα διαχείρισης του προκαλούμενου αστιγματισμού σε όλη την έκταση της κόρης, για την ελαχιστοποίηση της τιμής του και την εξασφάλιση

τουκάθετου προσανατολισμού του. Για το χρήστη η καθαρότηταμιας εικόνας εμφανίζεται φυσιολογική και το οπτικό πεδίοστην ενδιάμεση όραση γίνεται αντιληπτό ως μεγαλύτερο κατά30% και πλέον, σε σύγκριση με τον κλασικό πολυεστιακόσχεδιασμό.

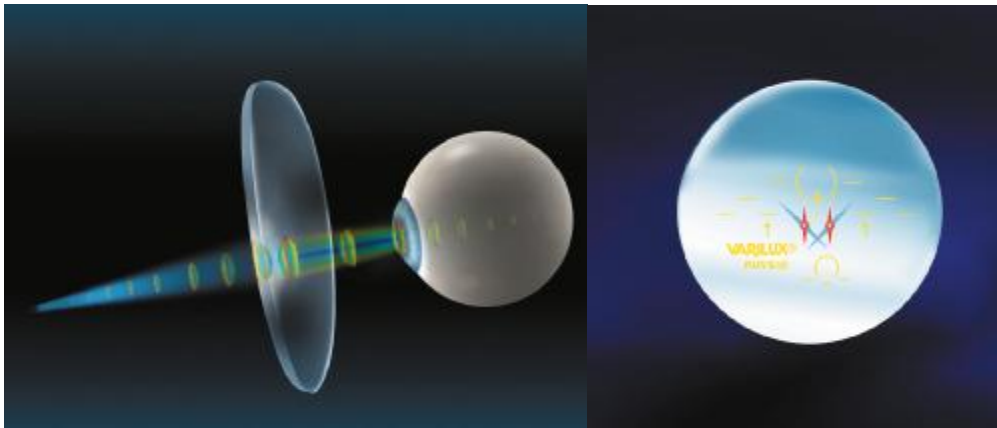
3) Αύξηση του εύρους της κίνησης των ματιών στην κοντινή όραση

Στην κοντινή όραση τα μάτια φυσιολογικά εξερευνούν τοπεδίο της κάθετης κατεύθυνσης. Σε ένα πολυεστιακό φακό, τοπιθανό εύρος της κίνησης του ματιού ορίζεται από τη ζώνη τουφακού όπου η ισχύς της κοντινής όρασης έχει σταθεροποιηθεί.

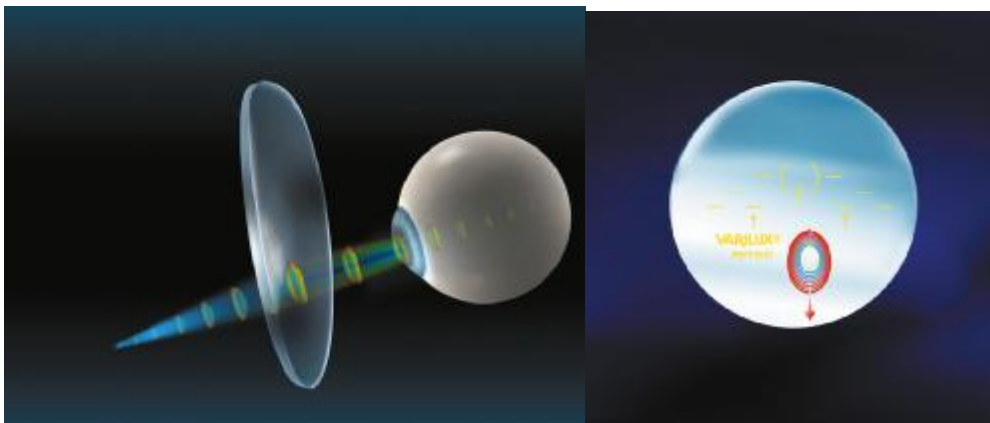
Στην περίπτωση που η ζώνη αυτή είναι περιορισμένη, είναιαναγκαίο για το χρήστη να κάνει συχνές κάθετες ρυθμίσεις τηςκεφαλής που συχνά ακολουθούνται από επιβλημένεςαλλαγές στάσης του σώματος. Στο σχεδιασμό του VariluxPhysio®, η σταθεροποιημένη ζώνη έχει αυξηθεί σε ύψος. Οχρήστης επωφελείται από ένα μεγαλύτερο πεδίο καθαρήςόρασης στον κάθετο μεσημβρινό με περισσότερο σεβασμόστη φυσιολογική στάση του σώματος



Εικόνα 26: Έλεγχος του σφάλματος κόμης στη μακρινή όραση(Varilux Physio®)



Εικόνα 27: Έλεγχος του υπολειμματικού κυλινδρικού άξονα στην ενδιάμεση όραση (Varilux Physio®)



Εικόνα 28: Αύξηση της σταθεροποιημένης ζώνης στην κοντινή όραση (Varilux Physio®)

Μια νέα τεχνολογία «τεχνολογία Twin Rx™»

Η ανάπτυξη του Varilux Physio® έγινε δυνατή από δυο τεχνολογικές καινοτομίες: τον υπολογισμό που συνεπάγεται η χρήση του «Συστήματος Ελέγχου Μετώπου Κύματος» [Wavefront Management System™] και μιας διαδικασίας που είναι γνωστή ως «Ταίριασμα Σημείο προς Σημείο» [PointbyPointTwinning™]. Ο συνδυασμός αυτών των δυο καινοτομιών αποτελεί τη βάση της νέας αυτής τεχνολογίας.

Wavefront Management System™

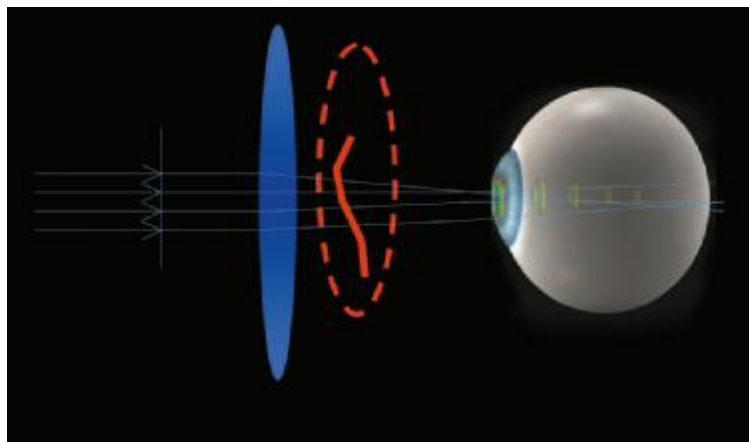
Όλοι οι πολυεστιακοί φακοί λόγω των παραλλαγών τους σεισχύ, παραμορφώνουν τις δέσμες φωτός και συνεπώς το μέτωποκύματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οπτικές εκτροπές που μειώνουν την οπτική οξύτητα του χρήστη. Για να ληφθεί μια αμφιβληστροειδική εικόνα υψηλής ευκρίνειας, είναι αναγκαία η δυνατότητα ανάλυσης της δέσμης φωτός που περνά διαμέσου του φακού και εισέρχεται στο μάτι, για όλες τις βλεμματικές κατευθύνσεις, και η μείωση όσο είναι δυνατό της παραμόρφωσης του μετώπου κύματος που εισέρχεται στην κόρη του ματιού. Η διαχείριση μιας παρόμοιας δέσμης δεν μπορεί να εκτελεστεί από παραδοσιακές μεθόδους που εξετάζουν μόνο μια και μοναδική ακτίνα που περνά διαμέσου του κέντρου της κόρης. Μόνο η τεχνική ελέγχου μετώπου κύματος επιτρέπει τη βελτιστοποίηση όλης της δέσμης που εισέρχεται στην κόρη. Η τεχνική αυτή συνεπάγεται την εκτέλεση ενός τοπικού υπολογισμού της επιφάνειας που επιτρέπει στον σχεδιαστή να λάβει ένα αναδυόμενο μέτωπο κύματος που είναι όσο το δυνατόν κανονικό και σφαιρικό. Για πρώτη φορά, με τον Varilux Physio® έχει χρησιμοποιηθεί μια παρόμοια τεχνική για τον υπολογισμό ενός πολυεστιακού φακού.

Point by Point Twinning™

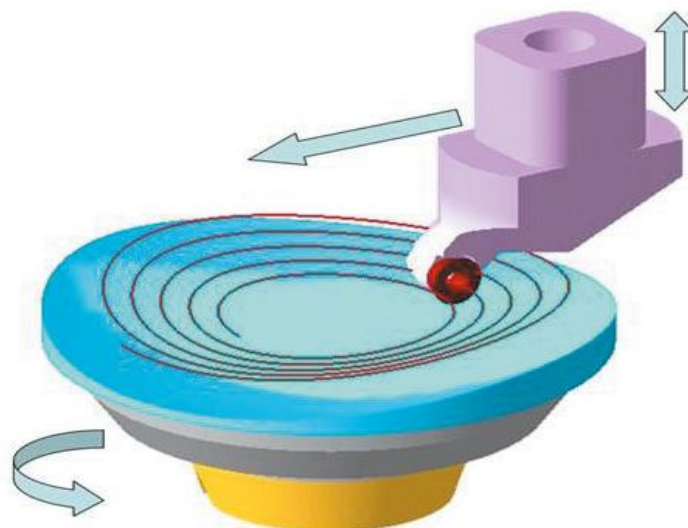
Ο σχεδιασμός μιας πολυεστιακής επιφάνειας συνεπάγεται έναν σύνθετο υπολογισμό που ενσωματώνει όλες τις οπτικές λειτουργίες έτσι όπως αυτές προσδιορίζονται από την τεχνική ελέγχου μετώπου του κύματος για κάθε σημείο του φακού και για κάθε κατεύθυνση του βλέμματος. Ο σύνθετος οπτικός σχεδιασμός εμπεριέχει έναν υπολογισμό υψηλής ακρίβειας της οπίσθιας επιφάνειας του φακού που ρυθμίζει την πρόσθια πολυεστιακή επιφάνεια για κάθε κατεύθυνση του βλέμματος. Το λογισμικό υπολογισμού εκτελεί ένα σημείο προς σημείο ταίριασμα της πρόσθιας και της οπίσθιας επιφάνειας του φακού για τον προσδιορισμό της συμπληρωματικής κατασκευής προκειμένου να ληφθεί η επιθυμητή οπτική λειτουργία. Η τεχνολογία διαμόρφωσης σημείο προς σημείο της επιφάνειας

που είναι γνωστή ως «Ανεπτυγμένη Ψηφιακή Επεξεργασία Επιφάνειας» [Advanced Digital Surfacing™] επιτρέπει την κατασκευή της σύνθετης οπίσθιας επιφάνειας.

Η καινοτομία έγκειται στο γεγονός ότι ο κάθε φακός βελτιστοποιείται για κάθε συνταγή. Με τη χρήση των κλασικών μεθόδων μόνο μια ισχύ για κάθε βασική καμπυλότητα βελτιστοποιούταν με ακρίβεια. Σήμερα η ψηφιακή επεξεργασία επιφάνειας επιτρέπει τη λήψη οπτικών χαρακτηριστικών ακριβείας και με τον τρόπο αυτό τελειοποιεί τη βελτιστοποίηση του φακού οποιαδήποτε και αν είναι η προδιαγραφή του.



Εικόνα 29: Σύστημα Ελέγχου Μετώπου Κύματος



Εικόνα 30: Ανεπτυγμένη Ψηφιακή Επεξεργασία Επιφάνειας

Μια νέα διάσταση: «εξατομικευμένοι» πολυεστιακοί φακοί

Με την έλευση των τεχνολογιών άμεσης επεξεργασίας της επιφάνειας, κατέστη δυνατή η τροποποίηση ορισμένων πτυχών του σχεδιασμού ενός πολυεστιακού φακού λαμβάνοντας υπόψη ορισμένα χαρακτηριστικά του χρήστη. Μέσω της τεχνολογίας αυτής έχει φτάσει μια νέα εποχή, αυτή του «εξατομικευμένου» πολυεστιακού φακού κατασκευασμένου για κάθε χρήστη ξεχωριστά.

Μια πρώτη προσέγγιση στην εξατομίκευση των πολυεστιακών φακών ήταν αυτή της Rodenstock με τον σχεδιασμό του ImpressionILT (Τεχνολογία Εξατομικευμένου Φακού) και της Zeiss με τον σχεδιασμό Individual που παρείχε τη δυνατότητα ενσωμάτωσης στο σχεδιασμό κριτηρίων που ήταν σχετικά με τη συνταγή, όπως οι μονόφθαλμες κορικές αποστάσεις, η απόσταση vertex, οι παντοσκοπικές και διεδρικές κλίσεις. Η βασική ιδέα ήταν η παροχή ίδιας όρασης σε κάθε πρεσβύωπα, παρόμοια με αυτή που λαμβάνει ένας εμμέτρωπας πρεσβύωπας με το ίδιο addition.

Μια διαφορετική προσέγγιση υιοθετήθηκε από την Essilor με το Varilux® Ipseo. Για το φακό αυτό ο σχεδιασμός και η κατασκευή βασίζεται στην οπτική συμπεριφορά του χρήστη. Ο σχεδιασμός είναι εξατομικευμένος λαμβάνοντας υπόψη τον πραγματικό βαθμό της περιστροφής της κεφαλής και των ματιών που χρησιμοποιεί ο χρήστης όταν κοιτάζει διαμέσου της ενδιάμεσης και κοντινής ζώνης του φακού. Είχε αναγνωριστεί πως κάθε άτομο έχει μιαν ειδική συμπεριφορά κεφαλής και ματιού. Κάποιος θα μπορούσε να διακρίνει δυο αντίθετους τύπους συμπεριφοράς.

- άτομα που τείνουν να στρέφουν τα μάτια τους συχνότερα ενώ διατηρούν την κεφαλή σταθερή («κινητές ματιών»).
- υποκείμενα που τείνουν να στρέφουν την κεφαλή συχνότερα διατηρώντας την περιστροφή ματιών στο ελάχιστο («κινητές κεφαλής»).

Αυτές οι οπτικές στρατηγικές αποκτώνται από την παιδική ηλικία και είναι ιδιαίτερες για κάθε άτομο. Τα χαρακτηριστικά είναι μόνιμα, δύνανται να αναπαραχθούν και είναι άσχετα από το βαθμό αμετροπίας, το στάδιο της πρεσβυωπίας ή της ηλικίας του υποκειμένου. Όλοι οι τύποι συμπεριφοράς ποικίλουν ανάμεσα σε αυτούς που εμπίπτουν είτε στην κατηγορία των «κινητών

ματιών» που σχεδόν ποτέ δεν στρέφουν το κεφάλι τους, ή σε αυτούς που εμπίπτουν στην κατηγορία των «κινητών κεφαλής» που σχεδόν ποτέ δεν στρέφουν τα μάτια τους. Όσον αφορά το σχεδιασμό πολυεστιακού φακού, το χαρακτηριστικό αυτό είναι θεμελιώδους σημασίας επειδή ορίζει τον τρόπο με τον οποίο το μάτι χρησιμοποιεί κάθε διαφορετική ζώνη του φακού. Ειδικότερα:

- ένας «κινητής ματιού» χρησιμοποιεί το φακό με στατικό τρόποι περισσότερες κινήσεις γίνονται από τα μάτια και η όραση είναι κυρίως βοηθιακή, το υποκείμενο είναι περισσότερο ευαίσθητο στην καθαρότητα της εικόνας και είναι αναγκαία η παροχή ενός ευρέως πεδίου καθαρής όρασης.

- ένας «κινητής κεφαλής» χρησιμοποιεί το φακό με δυναμικό τρόπο: οι περισσότερες κινήσεις γίνονται με το κεφάλι, η περιφερική όραση γίνεται σημαντική, το υποκείμενο είναι περισσότερο ευαίσθητο στο φαινόμενο της ζάλης και είναι αναγκαία η παροχή ενός φακού με μαλακές περιφερικές ζώνες.

Έτσι, επί της βάσης της συμπεριφοράς του εκάστοτε χρήστη, η πλέον ενδεδειγμένη πολυεστιακή επιφάνεια μπορεί να ενσωματωθεί στο φακό για την παροχή μεγίστης άνεσης στον χρήστη.

Στην πράξη, είναι αναγκαία η δυνατότητα μέτρησης της συμπεριφοράς κεφαλής/ματιού για κάθε χρήστη με ένα νέο όργανο που έχει σχεδιαστεί για τον προσδιορισμό της συμπεριφοράς που είναι γνωστό ως «Σύστημα Αποτύπωσης Όρασης» [“VisionPrintSystem™”] (Σχήμα 42). Το άτομο κάθεται μπροστά στο όργανο φορώντας ένα ζευγάρι γυαλιών εξοπλισμένων με ραντάρ που παρέχει τη δυνατότητα καταγραφής των κινήσεων της κεφαλής. Καθήκον του εξεταζόμενου είναι να βλέπει τις λυχνίες (φωτεινοί δίοδοι) που είναι τοποθετημένοι σε 40° στην κάθε πλευρά του πεδίου και που φωτίζονται τυχαία και στη συνέχεια να στρέψει το κεφάλι του σε μια λυχνία που είναι τοποθετημένη στο κέντρο μετά από κάθε πλευρική κίνηση. Η μέτρηση λαμβάνεται περίπου 20 φορές σε μίαν απόσταση περίπου 40 εκ. Το αποτέλεσμα περιλαμβάνει δυο είδη πληροφοριών:

- ο συντελεστής κεφαλής/ματιού (μια τιμή που κυμαίνεται μεταξύ 0 και 1) ο οποίος δίνει το μέγεθος της κίνησης κεφαλής του ατόμου κατά τη διάρκεια της δοκιμής. Ο εξεταζόμενος θεωρείται πως είναι ένας «κινητής ματιού» στην περίπτωση που ο συντελεστής είναι μικρότερος του 0.5 και «κινητής κεφαλής» στην περίπτωση που ο συντελεστής κυμαίνεται μεταξύ 0.5 και 1.

- ο συντελεστής σταθερότητας που δίνει τη απόκλιση των μετρήσεων.

Οι δυο συντελεστές χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των παραμέτρων της πολυεστιακής επιφάνειας σύμφωνα με τις ακόλουθες παραμέτρους

- ο συντελεστής κεφαλής/ματιού δείχνει το μέγεθος της ζώνης του φακού που απαιτείται για μέγιστη οξύτητα και συνεπώς το πώς στο σχεδιασμό του φακού η περιοχή αυτή που απαιτείται για βοηθιακή όραση θα πρέπει να μοιράζεται με τις πλάγιες ζώνες στις οποίες απαιτείται μόνο περιφερική όραση: η κεντρική ζώνη καλής οπτικής οξύτητας θα αυξηθεί για ένα «κινητή ματιού» και οι περιφερικές ζώνες θα γίνουν μαλακότερες για ένα «κινητή κεφαλής».

- ο συντελεστής σταθερότητας δείχνει την επαναληπτικότητα της συμπεριφοράς κεφαλής/ματιού και το πώς η περιοχή μεταξύ της ζώνης μέγιστης οξύτητας και της περιφερικής ζώνης του φακού θα πρέπει να διαμορφωθεί: η μετάβαση από την κεντρική ζώνη στην περιφερική θα είναι περισσότερο τονισμένη στην περίπτωση υψηλής επαναληπτικότητας και περισσότερο μαλακή όταν η επαναληπτικότητα είναι χαμηλή.

Έτσι, επιπλέον, των συνήθων χαρακτηριστικών της συνταγής, έχει προστεθεί ένα νέο συστατικό στοιχείο που ορίζει τη δυναμική χρήση του φακού και που επιτρέπει την εξατομίκευση των πολυεστιακών επιφανειών σύμφωνα με την επιμέρους συμπεριφορά του χρήστη. Ο φακός σχεδιασμένος για να ταιριάζει σε ένα ακριβές μέτρο συμπεριφοράς του χρήστη, παρέχει καλύτερη οπτική απόδοση. Επιπλέον, ο σχεδιασμός επωφελείται από όλα τα πλεονεκτήματα που προσφέρονται από τις τελευταίες προόδους της τεχνολογίας: διαφορετικά μήκη καναλιού, Τεχνολογία Twin Rx™ κλπ.

Το κριτήριο συντονισμού κεφαλής/ματιού που χρησιμοποιείται στον Varilux® Ipseo είναι ένα μόνο κριτήριο εξατομίκευσης. Θα ακολουθηθεί και από άλλες προσεγγίσεις. Σήμερα βρισκόμαστε στην ανατολή μιας εποχής εξατομικευμένων πολυεστιακών φακών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά από 50 χρόνια που πρωτοεμφανίστηκαν οι πολυεστιακοί φακοί, η τεχνολογία που χρησιμοποιείται στο σχεδιασμό και την κατασκευή τους έχει συνεχώς εξελιχθεί: από τις πολυεστιακές επιφάνειες που φτιάχονταν από τις αρχικές, σχεδόν χειρονακτικές μεθόδους, στις πλέον σύγχρονες αριθμητικά ελεγχόμενες από υπολογιστή μεθόδους, άμεσης επεξεργασίας επιφάνειας. Ταυτόχρονα, η άνεση της όρασης για τους πρεσβύωπες έχει βελτιωθεί. Αν αρχικά, οι πολυεστιακοί φακοί απαιτούσαν μία πραγματική προσπάθεια προσαρμογής εκ μέρους του χρήστη, η προσαρμογή πλέον είναι σχεδόν άμεση με τις σύγχρονες επιφάνειες. Σήμερα, δεν απαιτείται να επιδειχθούν τα πλεονεκτήματα των πολυεστιακών φακών και η ανώτερη τους απόδοση σε σύγκριση με τους διπλεστικούς φακούς και αυτούς της μονής όρασης. Η ανάπτυξη θα συνεχίζει να επιταχύνεται δεδομένου ότι περισσότεροι από πεντακόσια εκατομμύρια πρεσβύωπες έχουν ήδη επωφεληθεί από την άνεση που προσφέρουν οι φακοί αυτοί, ο επόμενος στόχος του ενός δισεκατομμυρίου είναι σίγουρο πως θα επιτευχθεί την επόμενη δεκαετία.

Η παγκόσμια περιπέτεια της διόρθωσης της πρεσβυωπίας με πολυεστιακούς φακούς θα συνεχιστεί. “Ένας ολοένα και αυξανόμενος αριθμός πρεσβυώπων θα υιοθετήσει τους πολυεστιακούς φακούς για να συνεχίσει να “βλέπει καλύτερα” για μια “καλύτερη ζωή” “

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Buckingham RH, Pirie A: The effect of light on lens proteins in vitro. *Exp Eye Res* 14: 297, 1972.
- 2) Cruickshanks, K. J., Klein, B. E. and Klein, R.1992 Ultraviolet light exposure and lens opacities: The Beaver Dam Eye Study. *Am. J.Public Health.* 82, 1658
- 3) Dillon J, Garner MH, Roy D, and Spector A 1982 : The photolysis of lens proteins: molecular changes. *Exp Eye Res* 34:651
- 4) Dillon J, Zheng L, Merriam J. C., Gaillard E.R.1999: The optical properties of the anterior segment of the eye: Implications for cortical cataract. *Exp.Eye.Res.* 68, 785, 1999.
- 5) Dillon James 1999 Sunlight exposure and cataract. *JAMA* 281, 229
- 6) Frank J. Giblin, Victor R. Leverenz, Vanita A.2002 Padgaonkar met al., and James P. Dillon. UVA light in vivo reaches the nucleus of the Guinea pig lens and produces deleterious, oxidative effects. *Exp. Eye. Res.* 75, 445, 2002.
- 7) Goosey JD, Zigler JS, Matheson IBC, Kinoshita JH 1981 : Effects of singlet oxygen on human lens crystallins in vitro. *Invest Ophthalmol Vis .Sci* 20:679-683, 1981.
- 8) Kuck JFR. 1976 Kuck JFR: Effects of longwave-UV on the lens. II. Metabolic inhibitors synergistic with UV in vitro. *Doc Ophthalmol* 8:261, 1976.
- 9) Kurzel RB, Wohlbarsht ML, Yamanashi BS: Ultraviolet radiation effects on the human eye. *Photochem Photobiol Rev* 2:133, 1977.
- 10) Kurzel RB, Wolbarsht ML, and Yamanashi BS: Ultraviolet radiation effects on the human eye. In *Photochemical and Photobiological Reviews*, Vol. 2, Smith KC, editor, New York, Plenum Press, pp. 133, 1977.
- 11) Lerman S: Human ultraviolet radiation cataracts. *Ophthalmic Re* 12:303, 1980.
- 12) Lerman S: *Radiant Energy and the Eye*. New York, McGraw Hill, 1980.
- 13) Meslin D, 2006 ΠολυετσιακοίφακοίEssilor Academy Europe Publications Paris France

- 14) Pirie A: Effects of sunlight on proteins of the lens, in Bellows J(ed): Contemporary Ophthalmolog. Baltimore, MD, Williams & Wilkins, pp 484-493, 1971.
- 15) Pirie A: Photo-oxidation of proteins and comparison of photooxidized proteins with those of cataractous human lenses. *Isr J MedSci* 8:1567, 1972.
- 16) Pitts D: Ultraviolet radiation effects on the eye, in Parrish JA (ed): *UV-A Biological Effects of UV Radiation with Emphasis on Human Responses to Longwave-UV*. New York, Plenum Press, pp 177-219, 1978.
- 17) Taylor, H. R., West, S. K., Rosenthal, F. S., Munoz, B., Newland, H. S., Abbey, H. and Emmett, E. A. Effect of ultraviolet radiation on cataract formation. *N. Engl. J. Med.* 319, 1429, 1988.
- 18) Truscott, R. J. 2000 Age-related nuclear cataract: A lens transportproblem. *Ophthal. Res.* 32, 185.
- 19) www.varilux-university.org